Für die Errichter und Betreiber von explosionsgeschützten elektrischen Anlagen

# Zeitschrift 2005

STAHL

# Editorial

**Liebe Leser,**

Panta Rei – Alles fließt – dies könnte als Motto über dieser Ausgabe der Ex-Zeitschrift stehen.

Im Jahre 2003 wurden die neuen europäischen Explosionsrichtlinien alleinig gültig. Der Markt benötigte zwei Jahre, um sich an die neue Situation anzupassen, und danach war man sich relativ sicher, dass sich in der Nische Explosionsschutz vorläufig nichts mehr Weltbewegendes tun würde. Wir fürchteten, dass uns die wirklich neuen Themen ausgehen könnten. Aber Irrtum! Für die vorliegende Ausgabe unserer Ex-Zeitschrift fanden wir wieder viel Neues aus den unterschiedlichsten Bereichen. Hier ein paar Beispiele:

Die Wasserstofftechnik als eine Teillösung unserer Energieprobleme wächst aus ihren Kinderschuhen heraus. Anfang des Jahres kündigte die Linde AG an, in den kommenden Jahren ein deutschlandweites Netz an Wasserstofftankstellen aufzubauen. Unser Artikel auf Seite 10 beschreibt die Forschung an Wasserstoff getriebenen Autos. In unserer Artikelserie über neue Ländermärkte, die sich dem Explosionsschutz nach IEC öffnen, behandeln wir diesmal Russland. Die riesigen Vorräte an Erdöl- und Erdgas sowie der stark wachsende Bedarf an chemischen und pharmazeutischen Produkten lassen eine beachtliche Erweiterung und Modernisierung der Anlagen mit explosionsgeschützten Ausrüstungen erwarten.

Panta Rei – Auch der technische Fortschritt in der Sicherheitstechnik ist nicht zum Stillstand gekommen. Kaum sind wir mit den ATEX- Richtlinien und dem dazugehörigen theoretischen Gerüst einigermaßen vertraut, gilt es den nächsten Gipfel der Sicherheitstechnik zu erklimmen. SIL-Safety Integrated Level heißt der neue Begriff. Unser Artikel versucht das sehr theorielastige Thema etwas verständlicher zu machen.

Auch die Grenzen der EU sind mit der Aufnahme der neuen Beitrittsländer im vergangenen Jahr in Bewegung geraten. Neben vielen anderen, vielleicht wichtigeren und bewussteren Dingen muss auch der Explosionsschutz in den neuen Mitgliedsstaaten an die Regelungen der EU angepasst werden. Als ein Beispiel stellen wir einen litauischen Ölverladehafen auf Seite 55 vor.

Panta Rei – alles fließt – es gibt keinen Stillstand – auch nicht auf dem Gebiet des Explosionsschutzes. Wir wollen Ihnen mit der vorliegenden Ex-Zeitschrift helfen, auf dem Laufenden zu bleiben.

Ihre Redaktion

Titelbild: Die Basilius Kathedrale, am Roten Platz in Moskau, ein Wahrzeichen der russischen Hauptstadt. Auch in der Russischen Föderation sind die Explosionsschutzvorschriften nun an die internationalen Standards angepasst (siehe Seite 14 dieser Ausgabe).


**Impressum**

Die ExZeitschrift 37/2005 (ISSN 0176-2419)
erscheint im Auftrag von:

R. STAHL Schaltgeräte GmbH
Am Bahnhof 30, 74638 Waldenburg
Telefon: +49 7942 943-0
Telefax: +49 7942 943-4333
exzeitschrift@stahl.de
www.stahl.de

**Herausgeber**
R. STAHL Schaltgeräte GmbH
**Redaktion**
Dr. Ing. Thorsten Arnhold
Dr. rer. nat. Dieter Beermann
Anja Kircher
**Organisation und Gestaltung**
Anja Kircher
**Design und Art-Finishing**
VISUELL Studio für Kommunikation GmbH, Stuttgart
**Druck**
Gaiser Offsetdruck, Schwäbisch Gmünd

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Einsender von Manuskripten, Briefen u.a. erklären sich mit redaktioneller Bearbeitung einverstanden.



**Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers!**

# Inhalt

## Die Autoren

Seite

4, 10, 55 **Dr. Ing. Thorsten Arnhold**
Leiter Produktmanagement und Marketing, R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg

74 **Dr. Ing. Michael Beyer**
Leiter Arbeitsgruppe 3.73 ›Physikalische Zündvorgänge‹, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

26 **Dr. Ing. Albrecht K. Blob**
Bayer Industry Services, SUA Verfahrens- und Anlagensicherheit, Leverkusen und Mitglied des Fachausschusses »Explosionsschutz« der BG Chemie

10 **Dipl.-Phys. Andreas Brinner**
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Stuttgart

46 **Alan R. Dewey**
Product Marketing Manager
Emerson Process Management
Eden Prairie, Minnesota, USA

64 **Horst Friedrich**
Produktmanager,
R. STAHL HMI Systems GmbH, Köln

34 **Dipl.-Ing. (FH) André Fritsch**
Produktmanager MSR-Technik,
R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg

50 **Obering. Helmut Greiner**
Berater bei Danfoss Bauer GmbH
und deutscher Sprecher bei IEC SC 31 H

7, 22 **Dr. Andreas Kaufmann**
Produktmanager Leuchten
R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg

22 **Dipl.-Kfm. Friedhelm Jänecke**
Geschäftsführer der Jänecke + Schneemann Druckfarben GmbH, Hannover

68 **Dr. Ing. habil. Ulrich Krause**
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

14 **Dr. Ing. Vitaly Lipavskiy**
Direktor
Abteilung des Zentrums SBZ zur Zertifizierung explosionsgeschützter Betriebsmittel zum Einsatz in der Russischen Föderation, Moskau

68 **Christian Lohrer**
Priv.-Doz., Berlin

44 **Dipl.-Ing. Günter Lüttgens**
ELSTATIK, Odenthal-Odenau

68 **Dr. rer. nat. Marcus Malow**
Bundesanstalt für Materialforschung- und prüfung, Berlin

55 **Jonas Pilvelis**
Klaipedos NAFTA, Litauen

68 **Dr. Ing. Martin Schmidt**
Bundesanstalt für Materialforschung- und prüfung, Berlin

58 **Dr. Ing. Michael Wittler**
Leiter Fachstelle für Sicherheit elektrischer Betriebsmittel, EXAM BBG Prüf- und Zertifizier- GmbH, Bochum

### Recht, Normen und Technik


4 **Ex-Nachrichten**
Normenarbeit zum Thema Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel

14 **Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel in der Russischen Föderation**
Anpassungen der nationalen Normen an internationale Standards, Abweichungen und Besonderheiten

26 **Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV):**
Aspekte zur Umsetzung des Explosionsschutzes in der chemischen Industrie (Teil 2)

34 **Funktionale Sicherheit und Explosionsschutz**
Grundlagen der funktionalen Sicherheit nach IEC 61508 und ihre Verbindung zu Anwendungen in explosionsgefährdeten Bereichen

44 **Elektrostatische Aufladung zündet**

50 **Staubexplosionsschutz nach nordamerikanischer Praxis**
- jetzt als Option in EN 61241-1

68 **Selbstentzündung von Stäuben und Schüttgütern bei vermindertem Sauerstoffgehalt**

74 **Zur Methode der Zündgefahrenbewertung für explosionsgeschützte nicht-elektrische Geräte**
Unterstützung der Gerätehersteller bei Analyse und Bewertung des Explosionsschutzes nach ATEX 94/9/EG

### Produktvorstellungen


7 **Explosionsgeschützte Hängeleuchten Reihe 6050**
Optimale Ausleuchtung von explosionsgefährdeten Einrichtungen in großflächigen Industrieanlagen

84 **Produkt-Neuheiten**

### Anwendungsberichte


10 **Explosionsschutz im Brennstoffzellenfahrzeug**
Die Entwicklung Wasserstoff getriebener Antriebssysteme beim DLR

22 **Explosionsschutz in einer Druckfarbenfabrik**
Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel im Neubau der Druckfarbenfabrik Jänecke + Schneemann

46 **Konfiguration und Wartung von Feldbusgeräten in explosionsgefährdeten Bereichen**
Der 375 Field Communicator, das weltweite erste und einzige mobile handbedienbare Parametriergerät für HART- und FOUNDATION-Feldbus-Instrumentierung in eigensicheren Stromkreisen

55 **Explosionsschutz in den neuen EU-Mitgliedsländern**
Das Ölverladeterminal SC Klaipedos Nafta in Klaipeda/Litauen

58 **Exam**
neuer Name, große Tradition

64 **Zwischen Tank, Tor und Terminal**
Bedien- und Beobachtungssysteme im Tankfarm-Management

### Nachgefragt


82 **Eine Frage bitte**
Kunden fragen – wir antworten

89 **Druckschriften**

90 **Ex-Seminarkalender 2005/2006**
Themen, Termine und Veranstalter

# Ex-Nachrichten

## Normenarbeit zum Thema
## Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel

von Thorsten Arnhold (Redaktion)

### IEC-TC 31: Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche

**IEC 60079-0: Allgemeine Bestimmungen**

In Sydney fand Anfang Dezember 2004 eine Sitzung der neugeschaffenen Working Group (WG) 22 statt. Diese hat u.a. die Aufgabe, Vorschläge für die zukünftige Struktur der Normenreihe IEC 60079 zu erarbeiten. In der ersten Sitzung wurde mit dem Zusammenführen der Allgemeinen Bestimmungen für den Gas- und den Staubexplosionsschutz begonnen. Für Zündschutzarten, für die dies Sinn macht und technisch möglich ist, wird ein solches Zusammenführen in einen Standard ebenfalls erwogen. Dies trifft auf die Normen der Eigensicherheit, der eigensicheren Systeme, der eigensicheren Feldbussysteme und der Vergusskapselung zu.

Ebenfalls vorgesehen ist die ›Verheiratung‹ der Staub- und Gas-Normen für die Errichtung, die Prüfung und Instandhaltung von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sowie für die Reparatur und Überholung von elektrischen Betriebsmitteln für explosionsgefährdete Bereiche.

Bereits die erste Sitzung zeigte, wie wichtig eine solche Vereinheitlichung ist, denn durch die Doppelarbeit der vergangenen Jahre ergaben sich schon bei den Begriffsdefinitionen eine Vielzahl von Unstimmigkeiten und Widersprüchlichkeiten, die das Verständnis der Normen erschweren. Während der TC 31 Sitzung im September 2004 in Braunschweig wurde außerdem beschlossen, dass zukünftig der sogenannte Equipment Protection Level (EPL) zur Geräteklassifizierung eingeführt werden soll. Diese EPL's sollen analog zu den unter ATEX RL 94/9/EG eingeführten Gerätekategorien 0, 1 und 2 die Zuordnung der Geräte zu den Zonen erleichtern. Die Kennzeichnung erfolgt mit den Kleinbuchstaben a, b und c und setzt die aus der Eigensicherheit bekannte Praxis fort.

Ga bezeichnet also zukünftig ein Betriebsmittel für den Einsatz in Zone 0. (Gb für Zone 1, Gc für Zone 2).

Db bezeichnet ein Betriebsmittel für den Einsatz in Zone 21, Da für Zone 20; Dc für Zone 22.

**IEC 60079-2: Überdruckkapselung**

Die fünfte Ausgabe der Norm stand in der zweiten Jahreshälfte 2004 zur Diskussion. Es wurden dabei keine wesentlichen Änderungswünsche vorgebracht, so dass der CDV (Committee Draft for Voting) in Kürze folgen kann.

**IEC 60079-13 und IEC 60079-16: Überdruckgekapselte Räume ohne und mit inneren Freisetzungsquellen**

Die zu diesen Themen existierenden Reports sollen überarbeitet und ggf. in den Status einer Norm gebracht werden. Es wurde beschlossen, analog zur entsprechenden Gerätenorm IEC 60079-2 aus beiden Reports einen Standard zu machen, der die Anforderungen für Räume mit inneren Freisetzungsquellen mit enthält. Ferner wurde beschlossen, bei der Überarbeitung die Europäische Norm für transportable Räume, EN 50381, mit zu betrachten.

**IEC 60079-7: Erhöhte Sicherheit**

Während der IEC TC 31 Sitzung in Braunschweig fand eine Zusammenkunft des Maintenance Teams für diese Norm statt, das an der Weiterentwicklung der 4. Ausgabe arbeitet. Dabei wurden die Anforderungen an die äußeren Anschlusstechniken leicht modifiziert. Für interne Verbindungen sollen jetzt auch Steckverbinder zulässig sein. Entsprechende Anforderungen wurden festgelegt.

Zur Verhinderung von unzulässigen Erwärmungen der Lampenenden am Lebensende von Leuchtstofflampen sollen die elektronischen Vorschaltgeräte (EVG) diese rechtzeitig abschalten. Zur Sicherstellung dieser Eigenschaft wurden zwei Testverfahren aus der IEC 61347-2-3 in die Liste der notwendigen Typprüfungen mit aufgenommen. Bei den Stückprüfungen wurde für die Prüfung des Isoliervermögens eine Erleichterung für den Fall aufgenommen, dass die Luft- und Kriechstrecken einer engen Überwachung durch den Fertigungsprozess unterliegen. Dies ist beispielsweise bei der Fertigung von Reihenklemmen der Fall. Hier soll zukünftig auch die Anwendung von Stichproben mit einem AQL von 0,04 nach ISO 2859-1 möglich sein.

## IEC - SC 31A Druckfeste Kapselung

In Braunschweig wurde beschlossen, das Subcommitee SC 31 A: Druckfeste Kapselung aufzulösen. Damit endet die Arbeit des ältesten Subkomitees von TC 31. Die Arbeit an der IEC 60069-1 wird zukünftig von TC 31 weitergeführt.

## IEC - SC 31G: Eigensichere Betriebsmittel

**IEC 60079 - 11: Eigensicherheit**

Die Veröffentlichung der fünften Ausgabe war ursprünglich für 2005 vorgesehen. Aufgrund verschiedener Verzögerungen wird damit erst im Jahr 2006 zu rechnen sein. Im zweiten CD (Committee Draft) wurde die Kategorie ic der Zündschutzart Eigensicherheit für die Anwendung in der Zone 2 als Ergänzung aufgenommen Die IEC 60079-11 wird also in Zukunft die Anforderungen an Betriebsmittel der Zündschutzart Eigensicherheit für alle drei Zonen regeln! Aus Zeitgründen musste allerdings bei der neuen Ausgabe auf die Integration des Staubexplosionsschutzes verzichtet werden. Die entsprechenden Regeln werden, wie ursprünglich vorgesehen, in einer separaten Norm IEC 61241-11 herausgegeben. Eine Integration in die IEC 60079-11 wird damit frühestens in der 6. Ausgabe der Norm erfolgen.

**IEC 60079-27: FISCO/FNICO: Eigensichere Feldbussysteme**

Die CDV wurde ohne größere Beanstandungen vom Fachpublikum akzeptiert, so dass der Normentwurf jetzt als FDIS (Final Draft International Standard) in den Umlauf gebracht werden konnte.

Es wurden die Regelungen für Zone 2-Applikationen ergänzt (FNICO). Die fertiggestellte Norm wird wahrscheinlich Ende 2005/ Anfang 2006 veröffentlicht. Zur Vereinfachung soll die Norm allerdings inhaltlich aufgeteilt in die Beschaffenheitsanforderungen der 60079-11, in die Systemanforderungen der 60079-25 und in die Installationsanforderungen der 60079-14 übergehen.

## IEC SC 31J: Zoneneinteilung und Installationsanforderungen

Alle vier Maintenance Teams (MT), die sich mit der Weiterentwicklung der Anlagenstandards IEC 60079 Teil 10: Zoneneinteilung, Teil 14: Errichten, Teil 17: Prüfung und Instandhaltung sowie Teil 19: Reparatur und Überholung beschäftigen, tagten im Oktober 2004 in Braunschweig und im Dezember 2004 in Sydney (Australien).

Eine tiefere Kontroverse gab es dabei zum wiederholten Mal um die Zulässigkeit der Verwendung der Tabellen mit den Spaltabmessungen aus Anhang C der IEC 60079 Teil 19 zur Reparatur von zünddurchschlagsicheren Spalten. Diese Tabellen entsprechen den Tabellen 1 und 2 aus der Norm IEC 60079-1: Druckfeste Kapselung.

Insbesondere von deutscher Seite wurde eine solche Vereinfachung als unzulässig erklärt, da man auch aus der Zulassungspraxis häufig erfahren musste, das die reine Einhaltung der Tabellenwerte nicht automatisch zur Zünddurchschlagfestigkeit führt.

Dies trifft besonders auf elektrische Maschinen der Explosionsgruppe II C zu. Einzig korrekter Weg ist die Verwendung der bei der Baumusterprüfung bestätigten Konstruktionsmaße des Herstellers. Dieser Argumentation stand insbesondere die Position Großbritanniens entgegen, bei der auf eine langjährige Praxis in vom Hersteller unabhängigen Reparaturbetrieben verwiesen wurde. Ein Kompromiss wurde insofern für den Entwurf der zweiten Ausgabe (CD) der Norm gefunden, dass die zwingende Forderung nach Verwendung der Maßangaben des Herstellers lediglich für den besonders kritischen Fall von IIC Betriebsmitteln erhoben wurde.

Für Betriebsmittel der Explosionsgruppe IIB und IIA wurde dies auch als zu bevorzugende Praxis empfohlen, allerdings ist bei fehlender Verfügbarkeit dieser Daten, wie es beispielsweise bei älteren druckfest gekapselten Motoren der Fall sein könnte, die Verwendung der Tabellenwerte möglich. Die dritte Ausgabe der IEC 60079 Teil 17: Prüfung und Instandhaltung hat den FDIS-Status erreicht und steht damit kurz vor der Veröffentlichung. ➔

## Explosionsschutz nicht-elektrischer Betriebsmittel

Innerhalb Europas gehört die Normung für den Explosionsschutz nicht-elektrischer Betriebsmittel zum Aufgabengebiet von CEN und für den Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel zum Aufgabengebiet von CENELEC. Zur Schaffung einer weltweit einheitlichen Normung, wie sie für den Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel schon seit längerem besteht, wurde auf der IEC TC 31 Sitzung im September 2004 in Braunschweig der Vorschlag unterbreitet, den Scope von TC 31 von ›Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel‹ auf ›Explosionsschutz‹ zu erweitern. Daraufhin kam von Seiten CEN der Gegenvorschlag, ISO TC 199 ›Safety of machinery‹ das Mandat für die weltweite Regelung des Explosionsschutzes mechanischer Betriebsmittel zu geben. Im Jahr 2005 werden entsprechende Normungsanträge an ISO gestellt. Leider führte diese Entwicklung zu einem Schwebezustand und wird sicherlich in der Zukunft weitere Kompetenzstreitigkeiten und Doppelarbeiten nach sich ziehen.

## IECEx-Zertifizierungsabkommen (IECEx-Scheme)

Im Oktober 2004 fand in Brdo (Slowenien) eine Sitzung des Management Committee's und anderer Gremien von IECEx statt. Als neues Mitgliedsland konnte Tschechien begrüßt werden. Singapur hat sich 2004 beworben, Brasilien wird sich 2005 bewerben. Eine Bewerbung von Japan ist ebenfalls geplant.

Auf der Sitzung der Vertreter der Prüfstellen (Ex TAG) wurde ein erster Schritt zur Anerkennung von Typprüfungen in Laboratorien der Hersteller gemacht: Diese werden jetzt anerkannt, wenn zu Beginn der Prüfungen ein Vertreter der Prüfstelle anwesend ist. Zur Finanzierung des IECEx Scheme's wurde eine einmalige zusätzliche Zertifikatsgebühr beschlossen, die ab Januar 2005 eingeführt wird. Sie beträgt für Neuzertifikate 250 Schweizer Franken und für Nachträge 125 Schweizer Franken.

Auf einem weiteren Treffen im Juni 2004 in Singapur wurde eine Erweiterung des IECEx Scheme´s zur Zertifizierung von Service- und Reparaturwerkstätten für explosionsschutzrelevante Tätigkeiten diskutiert. Neben den grundsätzlichen Fragen der Berechtigung einer solchen Erweiterung und der Finanzierung des erforderlichen Verwaltungsaufwandes müssen natürlich auch die Fragen der nationalen Anerkennung und der praktischen Durchführung geklärt werden. Entsprechend der deutschen Position, die auf der jährlichen Sitzung von DKE K241 formuliert wurde, ist es unbedingt erforderlich, abzusichern, dass

- die nationalen Regelungen Priorität haben
- die Freiwilligkeit gewährt sein muss und
- kein übermäßiger bürokratischer Aufwand entsteht.

# Explosionsgeschützte Hängeleuchten Reihe 6050

## Optimale Ausleuchtung von explosionsgefährdeten Einrichtungen in großflächigen Industrieanlagen

von Andreas Kaufmann

Mit den neuen Hängeleuchten Reihe 6050 präsentiert R. STAHL ein weiteres hochwertiges Produkt auf dem Explosionsschutzmarkt. Diese Leuchten kommen vor allem in Bereichen zum Einsatz, in denen eine großflächige Ausleuchtung von Anlagen und Objekten gefordert ist. Bereits bei der Entwicklung der Leuchten wurde großer Wert darauf gelegt, den entsprechenden Anforderungen in den vielfältigen Anwendungsgebieten Rechnung zu tragen. Dies betrifft sowohl das Gehäusematerial (seewasser-resistente Aluminium) als auch die Ausführung der Einbauteile, die dem Einsatz unter rauen Betriebsbedingungen genügen müssen.

**Explosionsschutz**

Die Hängeleuchten Reihe 6050 erfüllen die Anforderungen der Gerätekategorie 2G/D gemäß Richtlinie 94/9/EG und sind unter Beachtung der Normen IEC 60079 für Zone 1 und 2 und der Normen IEC 61241-1 für Zone 21 und 22 ausgeführt. Die komplette Kennzeichnung der Leuchten lautet somit: Ex II 2G EEx de IIC T3 ...T6 und Ex II 2D IP66 T80°C ...T142°C, wobei die Temperaturklasse für den Gasexplosionsschutz und die maximal mögliche Oberflächentemperatur To max für brennbare Stäube von der Lampenbestückung abhängig sind. ➔

**Anwendungen**

Wie bereits erwähnt, finden die Hängeleuchten Reihe 6050 ihren optimalen Einsatz in Bereichen, in denen eine großflächige Ausleuchtung über eine große Lichtpunkthöhe erreicht werden muss. Sie sind geeignet für den Innen- und Außenbereich und im speziellen für Umgebungsbedingungen bei tiefen Temperaturen bis -40°C. Die Einsatzorte hierfür sind vielfältig und reichen von Ölplattformen, Raffinieren, Petrochemie-Anlagen bis hin zur allgemeinen industriellen Prozessindustrie.

**Technische Realisierung**

Die Leuchtenreihe 6050 ist in zwei Größen verfügbar; Größe 1 für Leuchtmittel bis 150 W und Größe 3 für Lampen bis 400 W.

Mit dem Gehäuse aus Seewasser resistentem Aluminium und der temperaturwechselbeständigen Borosilikat-Glashaube ist die Leuchte ideal geeignet für raue Einsatzbedingungen.

Die Glashaube weist eine integrierte Prismenstruktur auf. Diese gewährleistet zum einen den Effekt der Blendungsbegrenzung, zum anderen wird dadurch eine effizientere Ausleuchtung erreicht.

Eine weitere Verbesserung der Ausleuchtung ist durch einen innenliegenden Aluminiumreflektor gegeben. Optional sind externe Reflektoren aus hochglanzpoliertem Aluminium verfügbar. Diese können abhängig von der Beleuchtungsaufgabe eingesetzt werden. Dadurch wird eine engstrahlende bzw. eine breitstrahlende Charakteristik erzielt. Durch die richtige Wahl des Reflektors und des Leuchtmittels wird eine optimierte, energieeffiziente Ausleuchtung erreicht. Die Berücksichtigung der wirtschaftlichen Aspekte bei der Planung von Beleuchtungsanlagen werden im speziellen für die großen Industrieunternehmen immer wichtiger.

Für beide Gehäusegrößen der Reihe 6050 stehen die folgenden Leuchtmitteltpyen zur Verfügung: Halogenglühlampen, Natrium-Hochdruckdampflampen, Halogen-Metalldampflampen, Quecksilber-Hochdrucklampen sowie Induktionslampen.

Aufgrund der extrem hohen Lebensdauer (bis zu 60.000 Stunden) und ihrer Eigenschaft, auch bei tiefen Temperaturen (bis zu -40°C) noch gestartet werden zu können, sind die Induktionslampen speziell für Anwendungen geeignet, bei denen ein Leuchtmittelwechsel sehr aufwendig ist, das heißt, hohe Arbeits- und Lohnkosten die Folge wären. Ein weiterer Vorteil dieses Lampentyps ist, dass die Lampe sofort nach Erlöschen wieder gezündet werden kann. Dies hat eine höhere Verfügbarkeit und somit eine höhere Anlagensicherheit zur Folge.

*„Rauhe Betriebsbedingungen sind kein Problem für die neuen Hängeleuchten Reihe 6050."*

Wartungs- und Instandhaltungskosten sind ein großer Anteil an den laufenden Kosten im Industriebereich, das heißt, dass der Minimierung dieser Kosten eine hohe Priorität bei den Unternehmen eingeräumt wird. Im Falle der Leuchtenreihe 6050 wird der Kostenoptimierung dadurch Rechnung getragen, dass der Leuchtmittelwechsel einfach und Zeit sparend durchgeführt werden kann. Durch Lösen einer Sicherungsschraube am Glashaltering kann die Glashaube herausgedreht werden. Dabei wird die Glashaube leicht über den Glashaltering mit einem Haken vor dem Herunterfallen geschützt. Somit ist gewährleistet, dass in schwierigen Einsatzfällen, wie z. B. beim Einsatz in Raffinieren und auf Bohrinseln, eine einfache und sichere Wartung möglich ist.

Wird eine automatische Unterbrechung des Netzanschlusses beim Öffnen der Leuchte gewünscht, kann ein 2-polig schaltender, zwangsöffnender Trennschalter optional eingebaut werden. Die Leuchte wird dann spannungsfrei geschaltet, wenn das Glas über das zünddurchschlagsichere Gewinde herausgedreht wird.

Auch die weiteren Zubehörteile optimieren die Anwendung der Leuchtenreihe 6050. Hier ist im speziellen der in Edelstahl ausgeführte Montagebügel zu nennen, der die variable Aufhängung der Leuchten in verschiedene Ausrichtungen innerhalb eines Schwenkbereichs bis zu 40° zur Senkrechten ermöglicht (Bild 1).

Alternativ können die Leuchten Reihe 6050 mit einer Kette installiert werden (Bild 2). Diese wird über Ringösen am Gehäuseoberteil befestigt. Diese Ausführung erlaubt die effiziente Ausleuchtung auch mit Aufhängung in großen Höhen.

Abhängig von den Einsatzbedingungen, zum Beispiel bei einem hohen Gefährdungsgrad mechanischer Beanspruchung, kann es ratsam sein, einen Edelstahl-Schutzkorb an der Leuchte anzubringen. Dieses optionale Zusatzteil kann auch nachträglich montiert werden. Der Schutzkorb wird lediglich auf den Glashaltering aufgesteckt und mittels Befestigungsschrauben fixiert.

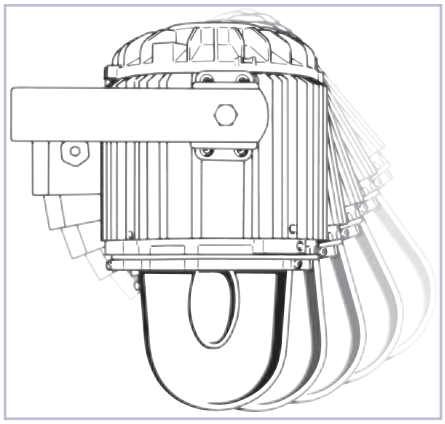


Bild 1: Montage über schwenkbaren Bügel

Bild 2: Montage über Kettenaufhängung

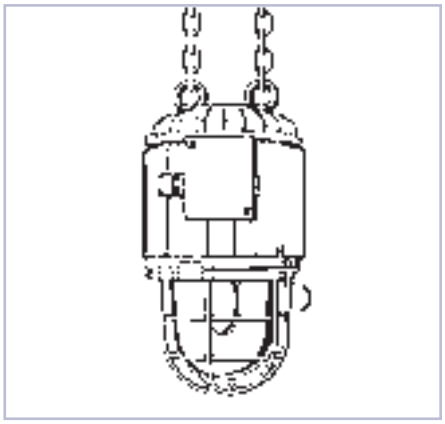


Bild 3: Montagevarianten und Zubehör für Hängeleuchten Reihe 6050

**Elektrischer Anschluss**

Die Konstruktion der Leuchten erlaubt nicht nur einen einfachen und effizienten Leuchtmittelwechsel, sondern auch einen einfach durchzuführenden Netzanschluss. Dieser erfolgt über einen leicht zugänglichen, in der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit ›e‹ ausgeführten Klemmenraum. Die Standardleuchte ist mit 2 Einführungsbohrungen M25 versehen. Über diese wird das Anschlusskabel eingeführt und an Käfigzugfederklemmen angeschlossen.

**Zusammenfassung und Ausblick**

Mit den Hängeleuchten Reihe 6050 eröffnen sich dem Planer und Anwender zusätzliche applikative Lösungsmöglichkeiten zur effizienten Ausleuchtung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen. Die flexiblen Montagemöglichkeiten sowie die einfache Installation und Wartung sorgen für Kostensenkungen und damit potenzielle Ertragsverbesserungen.

# Explosionsschutz im Brennstoffzellenfahrzeug

## Die Entwicklung Wasserstoff getriebener Antriebssysteme beim DLR

von Thorsten Arnhold und Andreas Brinner

Bild 1: Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb

Das stärker werdende allgemeine Bewusstsein über die Begrenztheit der bislang dominierenden fossilen Energiequellen und deren Gefährdungspotential für die Umwelt führten in der jüngeren Vergangenheit zur Suche nach alternativen Energiequellen und Energieträgern. Einer der hoffnungsvollsten Ansätze dabei ist die Erzeugung von reinem Wasserstoff und Sauerstoff durch Wasserelektrolyse und die Rekombination beider Gase in Brennstoffzellen. Dabei entstehen Strom und ungefährliches Wasser als Reaktionsprodukt.

Wasserstoff selbst kann als leichtentzündliches, brennbares Gas gefährlich sein. Wie man mit diesem Problem in den Erprobungssystemen und Testeinrichtungen der Fahrzeugtechnik umgeht, beschreibt der folgende Artikel.

**Forschung für die Fahrzeugtechnik der Zukunft**

Das deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrttechnik (DLR) ist das nationale ingenieurswissenschaftliche Zentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt und eine weltweit anerkannte Institution sowie ein gefragter Kooperationspartner in internationalen Forschungsprojekten. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. In den acht Standorten des DLR arbeiten gegenwärtig 4.500 Mitarbeiter.

Seit 1999 ist das DLR auch in einem neuen Gebiet ›Verkehr‹ tätig und beschäftigt sich hier mit den Schwerpunktthemen Verkehrsforschung sowie mit der Fahrzeug- und Verkehrstechnik.

Am Standort Stuttgart des DLR, dessen Wurzeln auf das bereits im Jahr 1954 am Stuttgarter Flughafen gegründete Forschungsinstitut für Physik der Strahlantriebe zurückgeht, bestehen heute die Institute für Technische Thermodynamik, für Verbrennungstechnik sowie für Technische Physik und liefern wichtige Beiträge zu den Themen ›Erforschung erneuerbarer Energien‹, ›Verbrennungstechnik‹ und ›Hochenergielasersysteme‹.

Im Jahr 2001 wurde mit Unterstützung des Landes Baden-Württemberg das Institut für Fahrzeugkonzepte (IFK) eingerichtet, dessen Leitvision die erfolgreiche Mitwirkung für eine effiziente Mobilität, basierend auf regenerativen Energiequellen und Energiewandlung der Zukunft sowie fortschrittlichen Bauweisen und Leichtbau ist. Eines der gegenwärtig laufenden Projekte beschäftigt sich in enger Zusammenarbeit mit mehreren namhaften deutschen Automobilzulieferern mit dem Thema eines Brennstoffzellen getriebenen Fahrzeugs als mobiler Versuchsträger (Bild 1).

Ziele des ›HyLite®‹ Projektes sind:

- der Entwurf und Aufbau einer offenen Entwicklungsplattform für Brennstoffzellen-Antriebssysteme,
- die Entwicklung kostengünstiger und leistungsfähiger Komponenten für Brennstoffzellensysteme und Fahrzeugantriebe,
- die Entwicklung leistungsfähiger Kühlkreisläufe für Fahrzeugantriebe und
- der Aufbau und Betrieb eines leistungsfähigen Simulationsmodells für Brennstoffzellenfahrzeuge.

**Das HyLite®-Fahrzeug**

Mit der Entwicklung des HyLite®-Fahrzeugs wurde 2001 begonnen. Zielstellung ist die Integration eines Brennstoffzellensystems in den Hybridantriebsstrang eines existierenden Fahrzeugs. Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht dabei nicht die Brennstoffzelle oder der Brennstoffzellenblock – hier ist in der Fahrzeugtechnik bereits ein beachtlicher Entwicklungsstand erreicht – sondern die peripheren Systeme des Brennstoffzellenblocks, also beispielsweise die Luftversorgung und das Kühlsystem.

Beim HyLite®-Fahrzeug wird ein elektrischer Antriebsstrang von einem Hybridsystem, bestehend aus einem PEFC-/Niedertemperatur-Brennstoffzellensystem und einem wiederladbaren Batteriesystem mit elektrischer Energie, versorgt. Der Wasserstoff wird in zwei 200 bar – Druckgasspeichern oder in Metallhydridspeichern aufbewahrt. Da aus der Wasserstoffversorgung, also dem Kraftstoffsystem, aufgrund von Undichtigkeiten der Komponenten selbst sowie

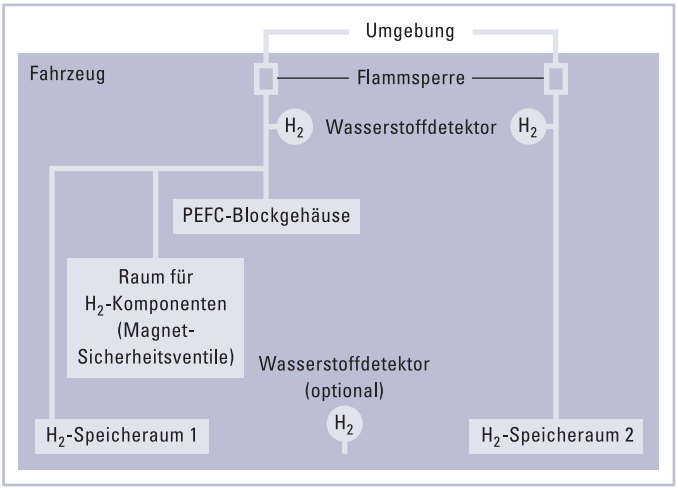



Bild 2: Schema des Entlüftungs- und Messkonzeptes der Wasserstoffzonen

an Verbindungsstellen Wasserstoff austreten kann, wurde angestrebt, die Zahl der lösbaren Verbindungen möglichst gering zu halten.

Grundlegend für das Sicherheitskonzept des Fahrzeugs ist die Bewertung der einzelnen Baugruppen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit eines Wasserstoffaustritts. Im Fall des HyLite®-Fahrzeugs werden drei Bereiche als kritisch eingestuft:

- die beiden Hochdruckgasspeicher mit den zugehörigen Armaturen
- Teile der Zu- und Ableitungen (z. B. Magnetventile) der Wasserstoffversorgung zu den Brennstoffzellenstapeln
- die beiden Brennstoffzellenstapel mit ihrem Kernsystem selbst.

Diese kritischen Bereiche werden in sogenannten Wasserstoffzonen untergebracht, die in sich abgeschlossen und gasdicht gegenüber dem Fahrgastinnenraum und den Einbauzonen der anderen Peripheriesysteme ausgeführt sind. Besondere Sorgfalt wurde dabei auf die Durchführung der Medien- und Elektroleitungen aus den Wasserstoffzonen gelegt. Alle Zonen haben an der höchsten Stelle eine nicht verschließbare Öffnung und sind an den Ausgängen der Entlüftungsleitungen mit Flammenrückschlagsperren ausgerüstet (Bild 2).

Dem Sicherheitskonzept des Fahrzeuges liegen folgende Prinzipien zugrunde:

- Das Prinzip der gasdichten Räume mit Entlüftungsöffnung dient dazu, austretenden Wasserstoff von Räumen ohne besondere Sicherheitsmaßnahmen fernzuhalten, ihn rasch abzuführen und in die Umgebung zu leiten. Bei der Ausführung der Leitungen zwischen den Wasserstoffzonen sind auch Unfallsituationen zu berücksichtigen und Abrissen von Leitungen sowie anderen Beschädigungen von Komponenten vorzubeugen.
- Die Begrenzung des Durchflusses bzw. Absperrung der Wasserstoffquelle bedeutet, nur den maximal benötigten Wasserstoffdurchfluss zuzulassen sowie im Fehlerfall die Druckgasspeicher schnell und sicher zu verschließen. Für letzteres gelten eine der folgenden Auslösebedingungen:
  - Einer der drei Wasserstoff-in-Luft-Sensoren ermittelt eine Wasserstoffkonzentration von mehr als 40% der unteren Explosionsgrenze (UEG).
  - Einer der Crash-Sensoren über- bzw. unterschreitet den zulässigen Beschleunigungs- bzw. Verzögerungswert, so ➔

dass ein unzulässiger Fahrzustand vermutet werden muss.

- Im Brennstoffzellensystem wird ein unzulässiger Betriebszustand festgestellt, wie z. B. eine kritische Temperatur- oder Drucküberschreitung oder ein unzulässig hoher Wasserstoffverbrauch.
- Ein manueller Not-Aus-Taster wird betätigt.
- Zur Vermeidung von Zündquellen sind die Gassensoren in der Kraftstoffleitung als einzige aktive Elemente, die ständig oder langzeitig Wasserstoff ausgesetzt sind, eigensicher ausgeführt.
- Die Flammenrückschlagsicherungen dienen zur Unterdrückung der Rückzündung in das Kraftstoffsystem, falls austretender Wasserstoff, z. B. außerhalb des Fahrzeuges, zündet.

Neben der Sicherungsmaßnahmen im Wasserstoffversorgungsnetz müssen auch wegen der hohen Bordspannungen einige besondere Vorkehrungen getroffen werden. So ist beispielsweise bei Spannungen über 60 V Berührungsschutz von aktiven Teilen vorgesehen. Spannungsquellen mit Ausgangsspannungen über 60 V, wie die Brennstoffzellenblöcke und die Batterie, werden bei Vorliegen unzulässiger Betriebszustände oder bei Betätigung der Not-Aus-Schalter, wie oben beschrieben, über Leistungsschütze spannungsfrei geschaltet. Außerdem wird die ordnungsgemäße Funktion des Steuergerätes über eine ›Watch-Dog‹-Schaltung überwacht, die im Fall des Ausfalls des Steuergerätes eine Systemabschaltung auslöst.

Bild 3:
Explosionsschutzschrank

**Explosionsschutzkonzept zur labormäßigen Erprobung des Antriebskonzeptes**

Zur Erprobung des Brennstoffzellenantriebsystems des Testfahrzeugs wurde in einem Laborraum ein stationärer Teststand mit einem funktionell gleichwertigen System aufgebaut.

Um daran Messungen und Optimierungsaufgaben vornehmen zu können und einen schnellen Komponenten- oder Subsystemtausch zuzulassen, wurde dieses System allerdings räumlich verteilt und mit zusätzlicher aufwändiger Mess- und Regelungstechnik ergänzt.

Die baulichen Gegebenheiten, sowie eine Vielzahl an notwendiger elektrischer Ausrüstung und elektronischer Mess- und Analysetechnik schlossen von vornherein eine Einstufung des gesamten Laborraumes als explosionsgefährdeten Bereich aus. Die erforderlichen Kosten, um sämtliche Geräte explosionsgeschützt auszuführen und den Raum umzubauen, hätten das Projektbudget gesprengt.

So entwickelte man gemeinsam mit der holländischen Firma Electromach, einem Tochterunternehmen von R. STAHL, einen so genannten Explosionsschutzschrank, der mittlerweile auch patentiert wurde (Bild 3). Dabei drehte man das Grundprinzip der Zündschutzart Überdruckkapselung einfach um, indem man nicht einen sicheren Bereich durch ein geeignetes Gehäuse und verschiedene technische Maßnahmen innerhalb des gefährdeten Bereich erhält, sondern indem man einen explosionsgefährdeten Bereich sicher abschottet, um ihn innerhalb eines nichtgefährdeten Bereiches betreiben zu können. Somit machte man aus der Not eine Tugend; das im Fahrzeug letztendlich angewendete Sicherheitskonzept basiert auch auf einer sicheren räumlichen Trennung des brennbaren Wasserstoffes von anderen gasförmigen und flüssigen Medien und der sicheren Abschottung eines räumlich sehr begrenzten explosionsgefährdeten Bereiches von allen Zündquellen.

Das im Labor installierte Antriebssystem umfasst die Versorgung mit Wasserstoff und Luftsauerstoff, das Brennstoffzellensystem, die Batterie, einen DC/DC-Wandler, den Fahrumrichter für den Elektromotor, den Motor selbst und eine Elektromaschine auf der Abtriebswelle als Last, die realistische Fahrbedingungen simuliert. Zusätzlich zum Equipment des Autos wurden einige Sensoren sowie die dazugehörige Auswerteelektronik mit Rechentechnik im Labor installiert. Durch den Explosionsschrank wird der Bereich, in dem eine explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, sicher abgeschottet. Im Inneren des Schrankes wird die Wasserstoffkonzentration mit einem eigensicheren Sensor überwacht. Dessen Signal wird über eine galvanische Trennstufe in den sicheren Bereich geführt, wo eine Auswerteelektronik die Wasserstoffzufuhr abschaltet, sobald eine Wasserstoffkonzentration von 40% der unteren Explosionsgrenze gemessen wird. Das gleiche Prinzip wird auch im Auto angewendet. Zur Überbrückung der Reaktionszeit des Sensors und als Vorsorge gegen die Unwägbarkeit lokal höherer Wasserstoffkonzentrationen sind die im Inneren des Raumes installierten Betriebsmittel, wie die Beleuchtung oder Differenzdruckumformer, explosionsgeschützt ausgeführt. Sie sind im oberen Schrankbereich untergebracht (Bild 4).

Der Explosionsschutzschrank ist gegen den Laborraum einschließlich der Fenster und Türen gasdicht ausgeführt. In die Seitenwände sind mehrere gasdichte Platten zur Zu- und Abfuhr von Wasserstoff, Luft, vollentsalztem Wasser, Stickstoff zur Systeminertisierung und zur Durchführung der elektrischen Signal- und Versorgungsleitungen eingebaut (Bild 5). Im Inneren des Schrankes lagern die Einbauten, wie die Brennstoffzelle, Systemkomponenten oder Messumformer auf Installationsböden aus Lochblech, die einen ungehinderten Gasdurchtritt nach oben erlauben. Der $H_2$-in-Luft-Sensor ist an der höchsten Stelle des Schrankes montiert. Zur Umgebung außerhalb des Laborgebäudes hin ist in der Labor-Außenwand eine Öffnung, die

lediglich mit wärmeisolierenden Leichtbauelementen verschlossen ist und die Größe des Innenraums des Explosionsschutzschrankes hat. Der Schrank ist gasdicht an der Wandinnenseite des Labors befestigt und umfasst die gesamte Öffnung. Im oberen und unteren Teil wurden jeweils 15 cm hohe Schlitze, abgedeckt mit feinem Lochblech, vorgesehen, die einen ungehinderten Gasdurchtritt zulassen. Sollte es trotz aller Vorkehrungen zu einer Verpuffung im Inneren des Schrankes kommen, ist durch die bei geringem inneren Überdruck von 10 mbar herausfallenden Leichtbauelemente eine schnelle Druckentlastung über die gesamte Öffnung in den ungefährdeten Bereich gewährleistet (Bild 6).

**Ausblick**

Die Entwicklung Wasserstoff getriebener Fahrzeuge hat in den vergangenen zehn Jahren beachtliche Fortschritte gemacht. Getrieben von der Suche nach alternativen Energieträgern zur Befriedigung des weltweit rasant gestiegenen Bedürfnisses nach Mobilität wurde ein Stand erreicht, bei dem erste serienreife Fahrzeuge vor der Markteinführung stehen. Allerdings sind insbesondere in Bezug auf die notwendige Infrastruktur noch einige Hürden zu bewältigen. So gibt es derzeit in Deutschland lediglich drei Tankstellen für Wasserstoff (in Hamburg, Berlin und München).

Aus Sicht der Sicherheitstechnik scheint der Markteinführung wasserstoffgetriebener Fahrzeuge nichts mehr im Weg zu stehen. Ursprüngliche Bedenken wegen der Gefährlichkeit des Wasserstoffs übersahen häufig, dass auch die herkömmlichen Treibstoffe brennbar und damit explosionsfähig sind. In Hinblick auf die weltweite Energiesituation und die abnehmenden Ressourcen an fossilen Brennstoffen muss man allerdings die stärker werdende Euphorie in der Öffentlichkeit, mit dem Wasserstoff die perfekte Lösung gefunden zu haben, dämpfen. Es wird dabei häufig übersehen, dass Wasserstoff keine Energiequelle, sondern lediglich ein Sekundärenergieträger ist. Der springende Punkt ist die Wasserstofferzeugung, und der gegenüber dominiert nach wie vor die Gewinnung von Treibstoffen aus fossilem Material meilenweit vor der Elektrolyse unter Nutzung erneuerbarer Energien. Und somit steht man immer noch am Anfang einer Lösung dieses Zukunftsproblems.

Bild 4: Explosionsgeschützte Leuchten und Differenzdruckmesser

Bild 5: Medienzufuhr in den Explosionsschutzschrank

Bild 6: Druckentlastung am Explosionsschutzschrank

# Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel in der Russischen Föderation

**Anpassungen der nationalen Normen an internationale Standards, Abweichungen und Besonderheiten**

von Vitaly Lipavskiy

## 1. Stand der Anwendung von explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmitteln in der Russischen Förderation

Die in Russland traditionell hochentwickelten Industriezweige, wie z. B. für die Förderung, den Transport und die Verarbeitung von Öl und Gas, die petrochemische Industrie und eine Reihe anderer Branchen, in deren Betriebsstätten explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, erfordern daher in bestimmten Bereichen den Einsatz von explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmitteln.

Da zur Zeit in diesen Industriezweigen verstärkt Entwicklungs- und Modernisierungsarbeiten durchgeführt werden, besteht wegen des erforderlichen Austausches der bisher eingesetzten technisch veralteten explosionsgeschützten Betriebsmittel ein großer Bedarf an moderneren Konstruktionen, die dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Voraussetzung für die Anwendung von explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmitteln in russischen Betrieben ist das Vorhandensein einer Zulassung durch eine anerkannte Prüf- und Zertifizierungsstelle der Russischen Föderation, die die Übereinstimmung mit den Anforderungen der russischen Normen bestätigt.

Im vorliegenden Artikel werden die Grundlagen der russischen Normen im Bereich des Explosionsschutzes elektrischer Betriebsmittel dargelegt und die russischen Normen den entsprechenden IEC-Standards gegenüber gestellt. Außerdem werden grundlegende nationale Abweichungen von den internationalen Standards bezüglich der Anforderungen an explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel, insbesondre bezüglich der Kennzeichnung und der Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche, aufgeführt.

## 2. Harmonisierung russischer Standards mit internationalen Standards

Seit dem 01.01.2001 gilt in Russland eine neue Reihe von Normen, die die Anforderungen an den Bau explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel, die Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche und die Anwendung von explosionsgeschützten Betriebsmitteln verschiedener Schutzniveaus in explosionsgefährdeten Bereichen regelt. Eine der Hauptaufgaben bei der Erstellung dieser Standards war die Harmonisierung mit den internationalen Standards der Reihe IEC 60079. In Tabelle 1 wird eine Übersicht über die derzeit in Russland geltenden Standards zusammen mit den entsprechenden Standards der Reihe IEC 60079 gegeben. Zur Tabelle 1 ist folgendes anzumerken:

- Bei den meisten russischen Normen existieren nationale Abweichungen zu den internationalen Standards. Diese Abweichungen werden in den Abschnitten 3 und 4 behandelt.
- In Tabelle 1 wird neben den neuen Standards GOST R 51330 die alte, die Errichtung betreffende Norm ›Regeln für die Errichtung elektrischer Anlagen‹, Abkürzung ›PUE‹ (ПУЭ – Правила устройства электроустановок), aufgeführt. Dieses Dokument war allein gültig

bis zur Einführung der Standards der Serie GOST R 51330.·-99 und regelt die Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen und die Auswahl der explosionsgeschützten Geräte, die in den verschiedenen Zonen eingesetzt werden dürfen. Diese bisherige Norm wurde noch nicht zurückgezogen und gilt parallel zu den neuen Anforderungen gemäß GOST R 51330.9-99: ›Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche, Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche‹.
In Abschnitt 5 wird erläutert, worin sich die Anforderungen unterscheiden und in welchen Fällen bei der Auswahl von Geräten nach der Zoneneinteilung gemäß GOST R 51330.9-99 und in welchen Fällen nach den alten Errichtungsbestimmungen zu verfahren ist.

## 3. Die wesentlichen Abweichungen in russischen Standards von bestehenden internationalen Standards

**GOST R 51330.0-99:**
**Allgemeine Bestimmungen**

Es wurde der Begriff ›Explosionsschutzniveau von elektrischen Betriebsmitteln‹ eingeführt – Abstufung der Explosionsschutzmaßnahmen der elektrischen Betriebsmittel unter den in den Normen festgelegten Bedingungen. Sämtliche explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel werden nach der Höhe des Explosionsschutzniveaus in drei Gruppen aufgeteilt:

- **Schutzniveau 2**
  Elektrische Betriebsmittel mit einem Normalmaß an Explosionssicherheit (bei der Explosionsschutzkennzeichnung wird die Ziffer 2 für Betriebsmittel der Gruppe II und die kyrillische Buchstabenkombination РВ für die Gruppe I hinzugefügt). Dabei handelt es sich um explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel, bei denen der Explosionsschutz unter normalen Betriebsbedingungen gewährleistet ist.
  Dieses Explosionsschutzniveau kann durch folgende Zündschutzarten gewährleistet werden: ia, ib, ic, px, pz, q, e, m, d, o, s
- **Schutzniveau 1**
  Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel mit einem hohen Maß an Explossionsschutzsicherheit (bei der Explosionsschutzkennzeichnung wird die Ziffer 1 für elektrische Betriebsmittel der Gruppe II und die kyrillische Buchstabenkombination РП für die Gruppe I hinzugefügt). Dabei handelt es sich um explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel, bei denen der Explosionsschutz, sowohl im normalen Betrieb, als auch bei Gerätestörungen oder Fehlerzuständen, die üblicherweise zu erwarten sind, gewährleistet wird.
  Dieses Explosionsschutzniveau kann von folgenden Zündschutzarten gewährleistet werden: ia, ib, px, d, s
- **Schutzniveau 0**
  Besondere explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel mit einem sehr hohen Maß an Explosionssicherheit (bei der Explosionsschutzkennzeichnung wird die Ziffer 0 für elektrische Betriebsmittel der Gruppe II und die kyrillische Buchstabenkombination РО für die Gruppe I angegeben). Dabei handelt es sich um explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel, bei denen im Rahmen einer genormten Zündschutzart zusätzliche Schutzmaßnahmen getroffen sind. Dieses Explosionsschutzniveau kann bei folgenden Zündschutzarten gewährleistet werden: ia, s.
  Alternativ ist die Anwendung zweier unabhängiger Explosionsschutzmaßnahmen möglich, z. B. Einschließen der im Fehlerfall funkenbildenden Teile durch Verguss mit einer Formstoffmasse (Compound) oder durch Eintauchen in einen flüssigen oder schüttbaren Isolator oder durch den Einbau in eine Druckfeste Kapselung oder durch die Kombination eines druckfestgekapselten Gehäuses mit einem Gehäuse der Zündschutzart Überdruckkapselung. ➔

РВ
рудничное взрывобезопасное
(Explosionssicherheit Bergbau)

РП
рудничное повышенной надежности против взрыва
(Erhöhte Explosionssicherheit Bergbau)

РО
рудничное собовзрывобезопасное
(Spezielle Explosionssicherheit Bergbau)

| Lfd. Nr. | Staatlicher Standard der Russischen Föderation<br>GOST R (ГОСТ Р – ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ) | IEC-Standard |
|---|---|---|
| 1 | GOST R 51330.0-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 0: Allgemeine Bestimmungen | IEC 60079-0-98 |
| 2 | GOST R 51330.1-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 1: Druckfeste Kapselung ›d‹ – Ex d | IEC 60079-1-98 |
| 3 | GOST R 51330.3-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 2: Überdruckkapselung ›p‹ - Ex px, Ex py, Ex pz | IEC 60079-2-98 |
| 4 | GOST R 51330.5-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 4: Methode zur Bestimmung der Zündungstemperatur | IEC 60079-4-75 |
| 5 | GOST R 51330.6-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 5: Sandkapselung ›q‹ – Ex q | IEC 60079-5-97 |
| 6 | GOST R 51330.7-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 6: Ölkapselung ›o‹ – Ex o | IEC 60079-6-95 |
| 7 | GOST R 51330.8-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 7: Erhöhte Sicherheit ›e‹ – Ex e | IEC 60079-7-90 |
| 8 | GOST R 51330.9-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche | IEC 60079-10-95 |
| 9 | GOST R 51330.10-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 11: Eigensicherheit ›i‹ – Ex ia, Ex ib, Ex ic | IEC 60079-11-99 |
| 10 | GOST R 51330.11-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 12: Einteilung von Gas- und Dampf-Luft-Gemischen nach ihrer Grenzspaltweite (MESG)<br>und ihrem Mindestzündstromverhältnis (MIC) | IEC 60079-12-78 |
| 11 | GOST R 51330.12-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 13: Bau und Betrieb Überdruck gekapselter Räume | IEC 60079-13-82 |
| 12 | GOST R 51330.13-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 14: Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue) | IEC 60079-14-96 |
| 13 | GOST R 51330.14-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 15: Zündschutzart ›n‹ – Ex n | IEC 60079-15 |

Tabelle 1: Explosionsschutz-Normen der Russischen Förderation im Vergleich zu den IEC-Standards

| Lfd. Nr. | Staatlicher Standard der Russischen Föderation<br>GOST R (ГОСТ Р – ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ) | IEC-Standard |
|---|---|---|
| 14 | GOST R 51330.15-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 16: Schutz durch technische Belüftung von Analyseräumen | IEC 60079-16-90 |
| 15 | GOST R 51330.16-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue) | IEC 60079-17-96 |
| 16 | GOST R 51330.17-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 18: Vergusskapselung ›m‹ – Ex m | IEC 60079-18-92 |
| 17 | GOST R 51330.18-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 19: Reparatur und Überholung von elektrischen Betriebsmitteln für durch Gase explosionsgefährdete Bereiche (ausgenommen Grubenbaue oder Bereiche mit Verarbeitung und Herstellung von Sprengstoffen) | IEC 60079-19-93 |
| 18 | GOST R 51330.19-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Teil 20: Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe bezüglich der Verwendung elektrischer Betriebsmittel | IEC 60079-20-96 |
| 19 | GOST R 51330.20-99: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche<br>Isoliervermögen (Kriechstromzahl), Kriech- und Luftstrecken, Anforderungen und Prüfmethoden | IEC 60079-7-L-90<br>IEC 60112-79 |
| 20 | GOST R IEC 61241-1-1-99: Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub<br>Teil 1: Elektrische Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse und Begrenzung der Oberflächentemperatur. Anforderungen an die Betriebsmittel. | IEC 61241-1-1-99 |
| 21 | GOST R IEC 61241-1-2-99: Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub<br>Teil 1: Elektrische Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse und Begrenzung der Oberflächentemperatur. Auswahl, Errichten und Instandhaltung | IEC 61241-1-2-99 |
| 22 | GOST R IEC 61241-1-3-99: Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub<br>Teil 3: Einteilung von durch brennbare Stäube explosionsgefährdete Bereiche | IEC 61241-3-97 |
| 23 | GOST R IEC 62086-1-2003: Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche. Elektrische Widerstandsbegleitheizungen<br>Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfmethoden | IEC 62086-1-2001 |
| 24 | ›Regeln für die Errichtung elektrischer Anlagen‹, 6. überarb. u. erg. Aufl.,<br>Bibliographie (Правила устройства электроустановок) | |

*Anmerkung der Redaktion:*
*Der Begriff ›Explosionsschutzniveau‹ entspricht im Grundsatz der Festlegung bezüglich der Gerätekategorie in der Europäischen Richtlinie 94/9/EG, jedoch mit abweichender Nummerierung, einer anderen Zuordnung der Zündschutzarten und einer anderen Abstufung im Untertagebereich. Auch die direkte Zuordnung Schutzgrad 0, 1, 2 zu Zone 0, 1, 2 ist so nicht gegeben. Welche Zündschutzart in welcher Zone verwendet werden darf, ist in der Errichtungsbestimmung GOST R 51330.13-99 festgelegt und entspricht der Festlegung in IEC 60079-14.*

Die Zeichen ›X‹, ›U‹ werden nicht hinter der Zertifikatsnummer, sondern bei der Explosionsschutzkennzeichnung angegeben. Materialien, die Leichtmetalle enthalten, dürfen für die Herstellung von Gehäusen nicht verwendet werden, es sei denn, es sind Maßnahmen gegen die mögliche Bildung von Reib- und Schlagfunken getroffen worden. Dies kann durch einen geeigneten Schutzüberzug erreicht werden.

Die elektrische Verriegelung von Steckvorrichtungen muss so ausgeführt sein, dass eine Trennung der Leistungskontakte nur nach Spannungsfreischaltung möglich ist. Für Hand- und Kopfleuchten der Gruppe II muss das Kabel vor Kurzschluss durch eine Schmelzsicherung geschützt sein, wenn sich die Spannungs- und Lichtquelle in getrennten Gehäusen befinden und diese durch Kabel verbunden sind.

**GOST R 51330.1-99**
**Druckfeste Kapselung**

Die Direkte Einführung von Kabeln und Leitungen kann mit Hilfe von elastischen Dichtringen oder Dichtungsmaterialien, die die Explosionsschutzeigenschaften der Kapselung nicht verändern, realisiert werden. Die Anwendung von elastischen Dichtringen zur direkten Einführung ist zugelassen für elektrische Betriebsmittel, die im normalen Betrieb keine funkenbildenden und heiße Teile haben, die das möglicherweise vorhandene explosionsfähige Gemisch zünden könnten.

Die Kennzeichnung von elektrischen Betriebsmitteln der Gruppe IIC, die nur für Wasserstoff-Luft-Gemisch geprüft wurden, nicht jedoch für die anderen Stoffe der Gruppe IIC, kann erfolgen durch: 1ExdIIBT4/$H_2$ oder 1ExdIICT1/IIBT4. Dabei wird die Temperaturklasse der Gruppe IIB von der maximalen Oberflächentemperatur des elektrischen Betriebsmittels im Betrieb bestimmt. Eine allgemeine Erläuterung der Kennzeichnung wird in Abschnitt 4 gegeben.

**GOST R 51330.5-99**
**Zündtemperatur**

(Winter)-Dieseltreibstoff wird der Explosionsgruppe II B und der Temperaturklasse T3 zugeordnet.

**GOST R 51330.6-99**
**Sandkapselung**

Die Gehäuse müssen so konstruiert sein, dass beim Entfernen der Deckel in Arbeitsstellung kein Austreten des Füllgutes erfolgt. Als Füllgut sind nur trockener Quarzsand oder Hartglasteilchen ohne metallische Beimengungen zugelassen.

**GOST R 51330.7-99**
**Ölkapselung**

Die Öffnungen für den Pegelanzeiger (Typ Stabanzeiger) müssen so angeordnet sein, dass der Stab bei maximal möglichem Neigungswinkel zu den nichtisolierten elektrischen Teilen den dreifachen Wert der geforderten Luftstrecke Phase/Phase bzw. Phase/Masse einhält.

**GOST R 51330.10-99**
**Eigensicherheit**

Es wurde der eigensichere Stromkreis der Kategorie (Schutzniveau) ic eingeführt. Bei Anliegen der Spannungen $U_m$ und $U_i$ dürfen eigensichere Stromkreise der Kategorie ic keine Zündung der Explosionsgemische hervorrufen, und zwar unter Wärmeeinfluss entsprechend den festgelegten Versuchsbedingungen und mit der Wahrscheinlichkeit kleiner $10^{-3}$ bei ungestörtem Betrieb und bei Vorhandensein der nicht zählbaren Fehler, die die ungünstigsten Bedingungen ergeben.

Die Klemmen für den Anschluss der äußeren eigensicheren Stromkreise müssen mit einer verplombten oder nur mit Spezialwerkzeug entfernbaren Kappe abgedeckt werden. Eine Ausnahme bilden elektrische Betriebsmittel, die in Gehäuse oder Schränke mit Verriegelungen eingebaut sind.

**Anforderungen an Ex i-Stromkreisen**

- Eigensichere und galvanisch mit ihnen verbundene nichteigensichere Strom kreise müssen galvanisch getrennt von den Stromkreisen höherer Energie der allgemeinen Stromnetze (z. B. für Motoren und Beleuchtungsanlagen) sein.
- Bei der Erdung von eigensicheren Stromkreisen darf die Verbindung mit der Erde nur an einer Stelle erfolgen.
- In einem über eine äußere Leitung geführten eigensichereren Stromkreis müssen die Kapazität, die Induktivität und der Widerstand der Leitung berücksichtigt werden.
- Die Netzspannung muss unter Berücksichtigung der zulässigen Toleranz der Nennspannung betrachtet werden.
- Löt- und Schweißstellen innerhalb eines Betriebsmittels müssen mit Isolierlack geschützt werden.
- In Netzen mit ungeerdetem Neutralleiter

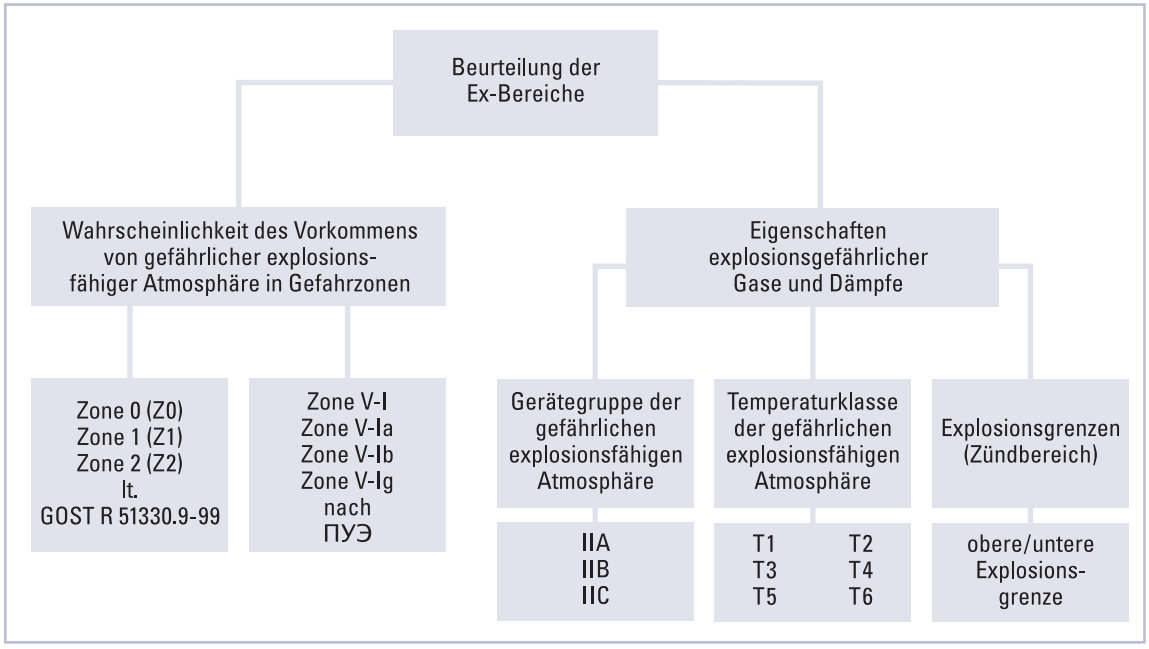



Bild 1: Beurteilung explosionsgefährdeter Bereiche in der Russischen Föderation

sind Sicherungen vorzusehen: in Dreiphasensystemen in zwei Phasen, bei Einphasensystemen in einer Phase.

- In Netzen mit geerdetem Neutralleiter sind Sicherungen in jedem Leiter vorzusehen. Wenn jedoch in Einphasensystemen Maßnahmen getroffen werden, die einen Windungsschluss des Transformators sicher verhindern, ist eine Sicherung in der nichtgeerdeten Leitung ausreichend.

**GOST R 51330.11-99**
**Einteilung der brennbaren Stoffe in Explosionsgruppen**

Stoffe, die eine explosionsfähige Atmosphäre bilden können und die in der Industrieproduktion der Russischen Föderation häufig verwendet werden, darunter (Winter)-Dieseltreibstoff Gruppe IIB, wurden in der Auflistung (Anlage A) aufgenommen.

**GOST R 51330.12-99**
**Überdruckgekapselte Räume**

Elektrische Betriebsmittel, die bei Ausfall der Schutzgaszufuhr unter Spannung verbleiben, müssen explosionsgeschützt ausgeführt sein und den Anforderungen der explosionsgefährdeten Zone des Bereiches entsprechen.

Vor Inbetriebnahme der elektrischen Betriebsmittel muss eine Überprüfung der sicherheitsrelevanten Parameter und Systeme erfolgen, darunter: Schutzgasparameter, Mindestüberdruck, Vorspülung, Funktion der Abschalteinrichtungen und Signalgeber.

**GOST R 51330.13-99**
**Errichten elektrischer Anlagen**

In der Betriebsanleitung der elektrischen Betriebsmittel müssen die Maßnahmen des Explosionsschutzes und die Maßnahmen zu dessen Aufrechterhaltung bei Montage, Betrieb und Reparatur genau angegeben werden.

Rotierende elektrische Maschinen in der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit ›e‹ dürfen nur verwendet werden, wenn kein Schweranlauf, häufige Starts und Richtungsumkehrungen auftreten.

**GOST R 51330.17-99**
**Vergusskapselung**

In den Beschreibungen der elektrischen Betriebsmittel muss die maximale Dauergebrauchstemperatur der Vergussmasse (Compound) angegeben werden.

Die beim Auslösen einer Schmelzsicherung entstehende Maximaltemperatur darf die Dauergebrauchstemperatur der Vergussmasse unter der Bedingung überschreiten, dass die Zündschutzart Vergusskapselung ›m‹ nicht beeinträchtigt wird.

## 4. Kennzeichnung der explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmittel

Die Kennzeichnung explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel erfolgt gemäß dem Standard GOST R 51330.0-99 und den Standards für die einzelnen Zündschutzarten.

Die Explosionsschutzkennzeichnung enthält:

- das Explosionsschutzniveau
- das Ex-Zeichen
- die Kennzeichen der verwendeten Zündschutzarten
- die Gerätegruppe (I, II oder IIA, IIB, IIC)
- die Temperaturklasse
- das Zeichen X, wenn besondere Bedingungen zur gefahrlosen Verwendung zu beachten sind oder U, wenn das Produkt eine Ex-Komponente ist.

Beispiele für Explosionsschutzkennzeichnungen: 1 Ex d II B T4, 0 Ex ia II C T6, PB Exd[ib] I, 1 Ex d II B T4/$H_2$, für ›Zugehöriges elektrisches Betriebsmittel‹: [Exib]II C. ➔

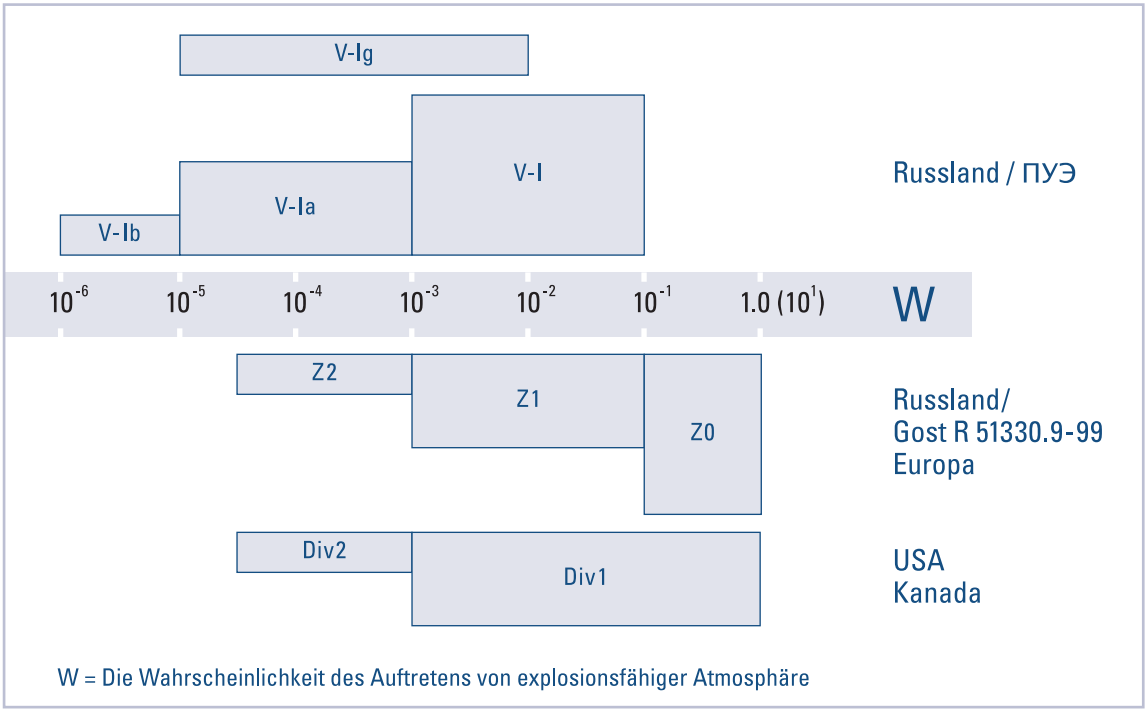



Bild 2: Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen nach altem und neuem russischen Standard.
(Es wird darauf hingewiesen, dass die Grafik in Bild 2 kein normatives Dokument ist, sondern vom Autor auf Grundlage bestehender Dokumente und einer bedeutenden Anzahl von Publikationen erstellt wurde).

## 5. Explosionsgefährdete Bereiche

Alle explosionsgefährdeten Bereiche, in denen explosionsgefährliche Gemische aus Gasen, Dämpfen mit Luft oder brennbaren Stäuben oder Fasern in Luft vorkommen können, werden bezüglich ihrer Gefährlichkeit unter zwei Gesichtspunkten beurteilt:

- Wahrscheinlichkeit des Vorkommens einer explosionsfähigen Atmosphäre im jeweiligen Bereich.
- Sicherheitstechnische Kennzahlen der verwendeten Stoffe, Gase, Dämpfe oder Stäube, wie auch die der vorkommenden Zündquellen.

In Bild 1 werden die sicherheitstechnischen Beurteilungsgrößen von explosionsgefährdeten Bereichen dargestellt, die zur Zeit in Russland üblich sind.

Bei der Beurteilung der Verwendungsmöglichkeit explosionsgeschützter Betriebsmittel in einer Anlage müssen die sicherheitstechnischen Parameter des Explosionsschutzes der Geräte und die Parameter der möglichen explosionsfähigen Atmosphäre in diesem Anlagenbereich in Einklang sein. In diesem Zusammenhang ist es erforderlich, die Einteilung des explosionsgefährdeten Bereichs in Zonen nach der Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre vorzunehmen.

Zur Zeit sind in Russland zwei Einteilungsmöglichkeiten parallel gültig: die neue Klassifizierung nach GOST R 51330-99 und die alte Klassifizierung nach den alten Errichtungsvorschriften für elektrische Anlagen. Der Grund ist die langjährige Verwendung der Einteilung der Ex-Zonen nach der bisher gültigen Norm. So gilt diese Einteilung nicht nur in vielen derzeitig bestehenden Betrieben, sondern auch für im Umbau befindliche Anlagen. In Bild 2 sind die Verhältnisse der Zonen nach beiden Methoden zueinander und im Vergleich zum NEC System der USA dargestellt.

## 6. Abschließende Hinweise

Sowohl in den russischen, als auch in den internationalen Standards wird als Normalbereich für die Umgebungstemperatur der Betriebsmittel -20°C ... +40°C angegeben. Andererseits können im Winter in den mittleren Breiten Russlands Temperaturen bis -40°C, in den nördlichen Gebieten bis -50°C und sogar bis -55°C auftreten. Deshalb muss für Betriebsmittel, die für den Außenbereich oder den Einsatz in unbeheizten Räumen vorgesehen sind, im Prüfungsschein eine Angabe des Umgebungstemperaturbereichs, in dem der Betrieb möglich ist, enthalten sein.

Für den Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen sind folgende russische Dokumente erforderlich:

- Konformitätszertifikat, das die *Konformität* der Betriebsmittel mit den russischen Explosionsschutznormen bestätigt und
- Genehmigung der Föderalen Technologieaufsichtsbehörde zum *Einsatz* der explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen.

# flexibel

**Hängeleuchte 6470|6480 _** Für Zone 2 gibt es jetzt Licht in Masse. Die neue Hängeleuchte von R. STAHL entspricht sowohl den IEC sowie den NEC Normen. Sie kann also weltweit problemlos und vor allem flexibel eingesetzt werden. Allein sechs Montagevarianten stehen bei den Decken- und Wandbefestigungen zur Verfügung. Ein weiterer Vorteil: die Installation der kompakten, leichten Hängeleuchten ist wegen des großzügigen Anschlussraumes äußerst unkompliziert und rationell. Stellen Sie sich vor, was wäre Ihr Werk ohne Licht? Dunkel!

# wirtschaftlich

STAHL

Ihre Fragen beantworten wir gerne.

R. STAHL Schaltgeräte GmbH, 74638 Waldenburg

+49 7942 943-0 oder www.stahl.de

Ex

# Explosionsschutz in einer Druckfarbenfabrik

## Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel im Neubau der Druckfarbenfabrik Jänecke + Schneemann

von Andreas Kaufmann und Friedhelm Jänecke

Bild 1: Neubau der Firma Jänecke + Schneemann in Höver am Rande von Hannover

Jänecke+ Schneemann, eine der ältesten Druckfarbenfabriken Deutschlands, steht am Rande Hannovers, gegründet im Jahre 1843 durch die Druckereibesitzer Friedrich und Christian Jänecke und den Gasthofbesitzer Friedrich Schneemann. Das Produktionsprogramm umfasst pastöse Offsetdruckfarben, flüssige Flexo- und Tiefdruckfarben sowie Siebdruckfarben für die verschiedensten Druckverfahren und Bedruckstoffe. Sie finden Anwendung in den verschiedensten Einsatzgebieten, wie z. B. für flexible Verpackungen (Tragetaschen, Tiefkühlverpackungen), Druckartikel aus Papier (Kartonagen, Tüten, Beutel), Etiketten und Lebensmittelverpackungen (z. B. Wursthüllen).

Nach dem Ende des 2.Weltkrieges waren die Produktionsanlagen fast völlig zerstört, so dass nach provisorischem Wiederaufbau 1957 das Unternehmen innerhalb Hannovers umsiedelte. Dieses 20.000 m² große Grundstück wurde für das fortwährend steigende Produktionsvolumen zu klein. Um dem steigenden Platzbedarf Rechnung zu tragen, erwarb die Firma in der Folge ein 48.000 m² großes Grundstück in Höver, am Rande Hannovers.

Bild 2: Container mit Füllanlage und Schaltzentrale für Anlieferung der Rohstoffe

Bild 3: Steckdosenverteilungen im Außenbereich der Rohstoffanlieferung

Hier entstand im Herbst 2002, in einem ersten Bauabschnitt, eine 7000 m² große Produktionsanlage. Im neuen Werk (Bild 1) werden zunächst ausschließlich die Flüssigfarben unter den neuesten sicherheits- und umweltschutztechnischen Gesichtspunkten hergestellt. Die gesamte Produktion ist aufgrund der verwendeten lösungsmittelhaltigen Stoffe und der möglichen gefährlichen Verbindungen als Zone 1 eingestuft. Daher sind sämtliche elektrischen Betriebsmittel explosionsgeschützt ausgeführt. Diese reichen von Installations- und Schutzschaltern, Langfeldleuchten, Signalleuchten, Signalhupen und Steuer- und Verteilerkästen bis hin zu Bedienterminals. Fast alle diese explosionsgeschützten Betriebsmittel wurden von der Firma R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg bzw. Weimar sowie der R. STAHL HMI Systems GmbH geliefert.

Die elektrotechnische Installation erfolgte durch die Firma Wahl & Co. GmbH, Seelze, in engster Zusammenarbeit mit dem Betreiber und dem TÜV Hannover, der auch für die Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme zuständig war.

Der Produktionsprozess, der auf einer Fläche von ca. 6.500 m² abläuft, ist in vier Bereiche unterteilt: Die Anlieferung und Lagerung der Rohstoffe, das Dispergieren der Lösungsmittel und Farbpigmente, die Zwischenlagerung und Dosierung der Farben und letztlich das Abfüllen der Farben in verschiedene Gebindegrößen.

Wie schon erwähnt, ist die gesamte Produktion nach den aktuellsten sicherheits- und umweltrelevanten Gesichtspunkten ausgelegt. So wird bereits bei der Anlieferung und der Lagerung der Lösungsmittel auf die strikte Einhaltung dieser Richtlinien geachtet. Die flüssigen Rohstoffe werden aus Erdtanks im Außenbereich in die Fabrikhalle geführt. Über eine Schaltzentrale (Bild 2) werden 16 Erdtanks mit je 30 m³ Fassungsvermögen mit den flüssigen Grundstoffen befüllt.

Die in der Schaltzentrale untergebrachten Tankzuführungen werden über ein explosionsgeschütztes Bedienterminal des Typs ET 125 in Verbindung mit einem Steuerkasten 8146 gesteuert und überwacht. Des weiteren wird über eine explosiongeschützte Signalhupe des Typs 8491 für die Sicherheit des Bedienpersonals gesorgt. Zusätzlich wird im Außenbereich durch die in Bild 3 gezeigten Betriebsmittel garantiert, dass es während der Anlieferung zu keinen Gefahrensituationen kommen kann. Über den Installationsschalter 8030 und den Sicherheitsschalter der Reihe 8537 ist eine sichere Abschaltung der Anlage im Gefahrenfall gegeben.

Im Innenbereich der Produktion findet, abhängig von den Produktionsaufträgen, eine weitere Verteilung der in den Erdtanks gelagerten Rohstoffe statt. Dies geschieht über ein Distributionspanel (Bild 4), über welches die verschiedenen Komponenten für die Farben ausgewählt werden können. Die so gewählten Komponenten werden für die weitere Verarbeitung in große Rührbehälter abgefüllt.

In einem weiteren Prozessschritt werden die zuvor in einem Behälter zusammengemischten Farbpigmente und Lösungsmittel dispergiert. Der Dispersionsgrad (d.h. die Feinheit der Farbe) ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal für eine einwandfreie Druckbarkeit. Im ersten Schritt wird das Lösungsmittel- und Pigmentgemisch unter einem Dissolver vordispergiert. Im zweiten Schritt wird ➔

Bild 4: Distributionspanel im Innenbereich

Bild 5: Rührwerkskugelmühle zum Dispergieren

Bild 6: Steuerschalter 8008 und Steuerkasten 8146 an der Betankanlage des Zwischenlagers

Bild 7: Beleuchtung der Produktionsanlagen mit EXLUX 6000

dieser Ansatz durch eine Rühwerkskugelmühle (Bild 5) feinst vermahlen.

Während des gesamten Produktionsprozesses werden kontinuierlich die wichtigsten Qualitätskennzahlen (z. B. Dispergiergrad, Viskosität, etc.) der Druckfarben durch das Qualitätsmanagement kontrolliert. Ist die geforderte Feinheit erreicht, werden diese Zwischenprodukte (Grundfarben) in Tanks mit einem Fassungsvermögen von 2,5 t zwischengelagert. Die Einlagerung der Zwischenprodukte und die weitere Verteilung werden über die Steuerkästen des Typs 8146 und die Steuerschalter 8008 bedient (Bild 6).

Aus diesen Zwischenlagertanks werden die verschiedenen Grundfarben über eine automatische Wäge- und Dosierstation entnommen und dann zum Endprodukt gemischt. Nach der Qualitätskontrolle wird die fertige Farbe in Liefergebinde von 10 kg Kannen bis hin zu 1.000 kg Containern abgefüllt.

Die gesamte Produktion wird im Innen- und Außenbereich durch Langfeldleuchten der Reihe EXLUX 6000 ausgeleuchtet (Bild 7). Durch die Wahl der Materialien und der robusten Bauweise sind die EXLUX 6000 Leuchten ideal geeignet, um den aggressiven Medien und anderen Umwelteinflüssen zu widerstehen und einen sicheren Arbeitsablauf zu gewährleisten.

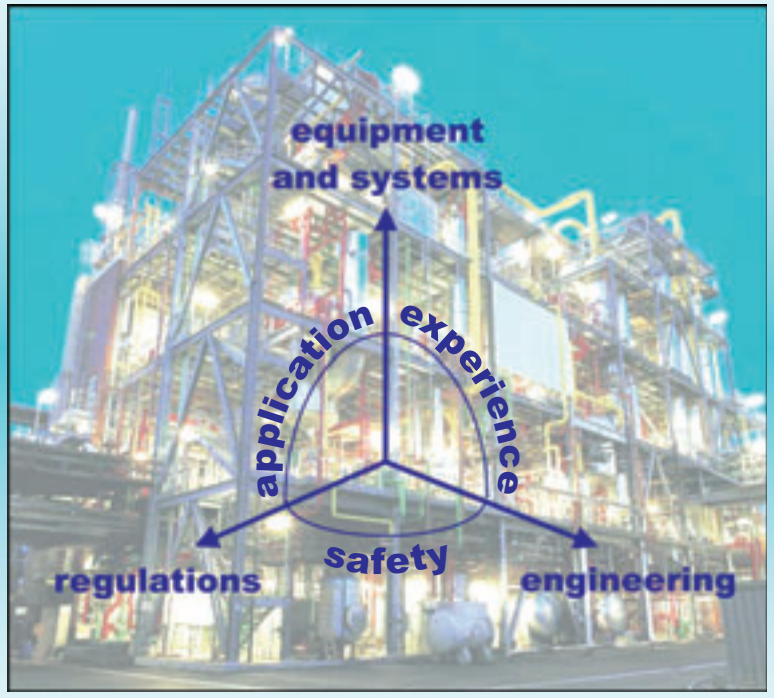
Die Produktion der Firma Jänecke + Schneemann ist nicht nur nach den neuesten sicherheitstechnischen Anforderungen (z. B. Anforderungen nach der ATEX Richtlinie 94/9/EG), sondern auch nach den neuesten geltenden Umweltschutzauflagen aufgebaut. Unter anderem wird eine ›Thermische Regenerative Abluftanlage ›TRA‹ genutzt. Diese erlaubt es, die lösungsmittelhaltige Luft durch Verbrennung zu reinigen und so lösungsmittelfreie Luft an die Umwelt abzugeben. Im Gegenzug wird die im Verbrennungsprozess entstehende Energie im Prozessablauf der Farbenproduktion wieder genutzt.

In drei bis fünf Jahren soll der zweite Bauabschnitt realisiert werden. Dann soll auch die restliche Belegschaft in den dann 15.000 m² großen Fabrikhallen Platz finden. Die entsprechenden baulichen Vorkehrungen (z. B. Platzbedarf für eine weitere TRA Anlage) für den zweiten Bauabschnitt sind bereits heute berücksichtigt. Mit diesem Neubau und der geplanten Erweiterung ist die Druckfarbenfabrik Jänecke + Schneemann gut positioniert, um im internationalen Umfeld wettbewerbsfähig zu sein.

# 2nd Petroleum and Chemical Industry Conference Europe - Electrical and Instrumentation Applications

October 26 - 28, 2005 Basle, Switzerland

# PCIC Europe 2005




VDI VDE E·U·R·E·L IEEE NAMUR PTB ZVEI:

## Topics

1. Safety in the Workplace (Electrical Safety, Safety Instrumented Systems – SIL, EMC, Instrumentation, Process Control, Explosion Protection, ...)
2. Experiences from Users with Regulations and Standards (e.g. Machinery Directives, ATEX Directives)
3. Electrical and Instrumentation (E&I) Engineering Practices
4. Equipment, Systems and Components
5. Operation, Maintenance, Repair, Asset Management and Qualification of Personnel

## Contact

VDI Wissensforum IWB GmbH
PCIC Europe 2005
P.O.Box 10 11 39
D – 40002 Duesseldorf, Germany
Tel.: +49 (0)211 62 14-2 15
Fax.: +49 (0)211 62 14-1 61
E-Mail: rosenzweig@vdi.de

www.pcic-europe.com

# Die Betriebssicherheits-verordnung (BetrSichV):

**Aspekte zur Umsetzung des Explosionsschutzes in der chemischen Industrie**
**Teil 2: Das Explosionsschutzdokument ein Teil der betrieblichen Sicherheitsdokumentation**

von Albrecht K. Blob

Bild 1: Anlage der Bayer Industry in Ürdingen bei Nacht

Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [1] ist seit Oktober 2002 in Kraft. Ihre wesentlichen Aussagen bezüglich des Explosionsschutzes, insbesondere zu Interpretation, Fristen und Anwendung wurden in Teil 1 dieses Beitrags [2] beschrieben. In diesem 2. Teil liegt das Augenmerk auf den Aspekten der Umsetzung, speziell auf dem Explosionsschutzdokument, sowie auf den praktischen Erfahrungen im Umgang mit ›Alt-Geräten‹.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass das Explosionsschutzdokument nichts anderes ist als die Dokumentation aller möglichen Gefährdungsbeurteilungen im Rahmen des Explosionsschutzes mit Bewertungen und Gegenmaßnahmen. Es muss auch dokumentieren, dass die Qualitätsanforderungen des Gesetzgebers an Prüfung der Arbeitsmittel und an Qualifikation des Personals erfüllt werden. Somit erfüllt dieses Dokument die gleichen Aufgaben wie ein QS-Handbuch ›Explosionsschutz‹.

## Einleitung

Das Erscheinen der BetrSichV kann bezüglich des Explosionsschutzes als eine Art ›Qualitätssicherungsoffensive‹ aufgefasst werden, bei der nunmehr stärker auch formale Aspekte zu berücksichtigen sind. Als eine ›QS-Dokumentation zum Explosionsschutz‹ stellt dann das von der BetrSichV geforderte ›Explosionsschutzdokument‹ eine inhaltlich zusammenhängende Dokumentation über alle Ex-Schutz relevanten Aspekte eines Betriebes unter einem Dach dar. Auch aus praktischen Erwägungen wird diese Dokumentation sinnvoller weise nicht als ›Insel‹, sondern im Kontext des betrieblichen Sicherheitsmanagements nach Art einer QS-Dokumentation völlig analog geführt.

## Forderung der BetrSichV

BetrSichV und die Richtlinie 1999/92/EG [3] fordern, dass der Arbeitgeber sicherzustellen hat, dass ein Explosionsschutzdokument erstellt und auf dem letzten Stand gehalten wird. Folgende Inhalte sind dabei mindestens abzudecken:

- Ermittlung der Explosionsrisiken und ihre Bewertung,
- welche Maßnahmen zur Verhinderung der Explosionsrisiken ergriffen werden,
- welche Bereiche explosionsgefährdet sind und deshalb in Zonen eingeteilt werden,
- Angaben zum sicheren Betrieb der Anlage und zu den erforderlichen Wartungen (inkl. Warneinrichtungen).

## Sinn und Zweck

Das Explosionsschutzdokument ist für den Betreiber von größerem Nutzen als nur zur Erfüllung gesetzlicher Anforderungen. Es dient

- dem Nachweis der Einhaltung von Vorschriften und Regelwerken
- der Absicherung gegen Organisationsverschulden
- der Sicherstellung des ›Management of Change‹
- als Interne Organisationshilfe (Teil des Sicherheitsmanagements)
- zur Information für die Mitarbeiter

## Anforderungen an das Explosionsschutzdokument

Im Explosionsschutzdokument sollen alle Gefahren im Rahmen des Explosionsschutzes erfasst, bewertet und die in den Betrieben ergriffenen Gegenmaßnahmen beschrieben werden. Des Weiteren soll so das ›Management of Change‹ sichergestellt werden. Das Explosionsschutzdokument ist vor der Arbeitsaufnahme zu erstellen. Es ist zu überarbeiten, wenn Veränderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes vorgenommen werden.

Wie jede Dokumentation soll auch das Explosionsschutzdokument sinnvoll sein und keine Ansammlung von Gemeinplätzen. Es soll im Betrieb für die tägliche Arbeit genutzt werden können und eine konkrete Hilfe im betrieblichen Alltag darstellen. Die Erstellung soll keinen großen zusätzlichen Aufwand erfordern – was naturgemäß bedeutet, soviel als möglich von bestehenden Sicherheitsmaßnahmen zu übernehmen (oder besser: nur zu zitieren/zu verweisen). Ferner sollte die Pflege einfach sein und mit eigenem Personal jederzeit durchgeführt werden können.

Wie jede rechtlich relevante Dokumentation muss es aktuell sein und kontinuierlich auf Stand gehalten werden. Dies gelingt nur mit einem klaren Konzept und möglichst einfachen Strukturen für eine effiziente Pflege.

Die Kunst (oder Herausforderung) besteht nun eigentlich darin, das Dokument (oder besser die Dokumentation) so aufzubauen, dass einerseits alle relevanten Informationen abgedeckt und schnell und eindeutig gefunden werden, dass andererseits aber das Explosionsschutzdokument kurz und übersichtlich und nicht zu einem gesonderten Betriebshandbuch mit allen möglichen Ablaufbeschreibungen wird, das nur aufwändig aktuell gehalten werden kann.

Es sollte in seiner Ausführung und Detaillierungstiefe genau so angelegt werden, dass alle rechtlichen Mindestanforderungen abgedeckt sind, es aber praktisch ist, damit zu arbeiten. Ein Zuviel von redundanten Inhalten ist zu vermeiden, um den Betriebsalltag zu erleichtern, z. B. indem Inhalte nur an einem Ort geändert werden müssen. Zwischen Dokumenten, die nur zeitweilig erforderlich sind (z. B. Arbeitsfreigabescheine), und Dokumenten, die das ganze Leben der Anlage begleiten (z. B. Zoneneinstufung) sollte sauber unterschieden werden. Erstere gehören allenfalls als Beispielvorlage in ein Explosionsschutzdokument, letztere sind ein Muss. Es kann also durchaus sinnvoll sein, für den jeweiligen Betrieb zu prüfen, was nicht im Explosionsschutzdokument dokumentiert werden sollte – etwa die Details von Instandhaltungsabläufen (IH-Abläufen). Hier genügt in der Regel nur der Hinweis, das es ein IH-Management mit grundsätzlichen Abläufen gibt. ➔

## Keine äußere Form vorgeschrieben

Die Inhalte des in der BetrSichV geforderten Explosionsschutzdokumentes sind in der Praxis meist schon vorhanden, heute bei bestehenden Anlagen mit Explosionsschutzmaßnahmen aber meist auf verschiedene vorhandene Dokumente verstreut. Der Gesetzgeber hat nun ausdrücklich nicht eine bestimmte Form des Dokumentes vorgeschrieben. Man sollte deshalb besser von einer Explosionsschutz-Dokumentation sprechen. Vorhandene Gefährdungsbeurteilungen, Dokumente oder gleichwertige Berichte können verwendet werden. Die BetrSichV fordert also nicht, dass das Explosionsschutzdokument jetzt zusätzlich zusammengeschrieben als physikalisch ein Dokument vorhanden sein muss. Das Zusammenstellen bestehender Dokumente oder auch nur die umfassende Liste der mitgeltenden Dokumente und dem Verweis auf die entsprechende Ablage (einschließlich elektronischer Datenbanken) ist ausreichend und häufig erst so praxisgerecht. Wichtig sind Vollständigkeit (Abdeckungsgrad) bezüglich des Explosionsschutzes, hinreichende Tiefe und Selbstkonsistenz (Widerspruchsfreiheit).
Ein noch größerer Synergieeffekt kann ausgenutzt werden, wenn aus Anlass der Erstellung des Explosionsschutzdokumentes gleich eine Revision der bisher vorhandenen Gefährdungsbeurteilungen auch anderer Gefahrenbereiche außerhalb des Explosionsschutzes angegangen wird, z. B. um die Forderungen der neuen Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [4] abzudecken.

Soll das Explosionsschutzdokument als Sammlung vorhandener Dokumente angelegt werden, ist es empfehlenswert, die geltenden Dokumente nicht nur z. B. in einem Ordner zu sammeln, sondern auch in einer Liste zu benennen.

Einzeldokumente können z. B. sein:

- Betriebsanweisungen
- Sicherheitsbetrachtungen
- Sicherheitsanalysen und -berichte
- Geräte- und Apparatedokumentationen
- Aufstellpläne
- Gefahrenabwehrpläne
- Gefährdungsbeurteilungen
- Genehmigungsunterlagen
- Management of Change-Unterlagen.

Die Nähe zu Qualitäts- und ganzheitlichen Sicherheitsmanagementsystemen ist offenkundig. Bei einem QS-System kann ähnlich wie beim Explosionsschutzdokument die Dokumentation mehr oder weniger geschickt angelegt werden (z. B. ausschweifend, überbestimmt, pflegeintensiv, etc.). Die Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes sollte also widerspruchsfrei und möglichst wenig redundant zu anderen Dokumentationen sein und – wegen der zusätzlichen betrieblichen Belastung – möglichst aufwandsarm erfolgen. In der Regel hilft hier – gerade bei Firmen mit nicht durchgängigem Sicherheitsmanagementsystem – eine externe Beratung, um Aufwand und damit bares Geld zu sparen. Auch in der Narmur- Empfehlung NE 99 [5] wird darauf hingewiesen, dass es sinnvoll ist, das Explosionsschutzdokument so anzufertigen, dass die Dokumentation ganz oder in Teilen mehrfach verwendbar wird.

## Einbettung des Explosionsschutzdokuments in betriebliche Sicherheits-Managementsysteme

Es gibt Fälle, in denen es aus übergeordneten Gründen nicht sinnvoll ist, bestehende heterogene Sicherheitsdokumentationen für das Explosionsschutzdokument einfach wie vorgefunden zu nutzen. Speziell bei größeren Firmen kann sich aus Anlass der Erstellung des Explosionsschutzdokumentes eine systematische, ganzheitliche und strukturierte Sicherheitsdokumentation empfehlen, die typischerweise elektronisch abgelegt wird, z. B. in einer Datenbank oder einem Dokumenten- Managementsystem. So können Orte, Anlagen und Apparate, Rezepte und Verfahren - jeweils getrennt in Detaillierungsebenen strukturiert erfasst werden (Bild 2). Es entsteht ein ›Koordinatensystem für sicherheitstechnisch relevante Objekte eines Betriebes‹. Die nicht nur in der BetrsSichV geforderten Gefährdungsbeurteilungen mit ihren Maßnahmen können nun an einzelne Objekte ›in verschiedenen Ebenen gehängt‹ werden. Eigenschaften und Gefahrendiskussionen beziehen sich dann auf das Objekt und alle so beschriebenen Objekte unter diesem Objekt, etwa auf eine Gebäudeetage (z. B. ›Bühne 17 m als Ex-Zone 2 ausgewiesen‹), eine Teilanlage (z. B. ›ganzer Innenraum Granulierung inertisiert‹) oder eine Verfahrensvorschrift (z. B. ›Zufuhr von Lösemittel nur gekühlt‹). So werden summarische Aussagen gebildet, die den Dokumentationsaufwand reduzieren helfen.

In Bild 2 sind in der allgemeinen Betriebsstruktur in pink nur die explosionstechnisch relevanten Informationen eingetragen. Diese können bei Ablage in einem geeigneten Dokumentationssystem [6] elektronisch als Summe aller Gefährdungsbeurteilungen und Gegenmaßnahmen für das Explosionsschutzdokument abgerufen werden, etwa als Bericht aus einer Datenbank oder einer geeigneten Dokumentenablage mit XML-Fähigkeit. In analoger Weise können natürlich auch andere Gefährdungsbeurteilungen, etwa zur allgemeinen Verfahrens- und Anlagensicherheit, zur Gefahrstoff-Verordnung, zur Arbeitssicherheit oder zum Brandschutz dokumentiert werden. Die jeweilige ›Sicht‹ auf diese Datensammlung liefert das passende

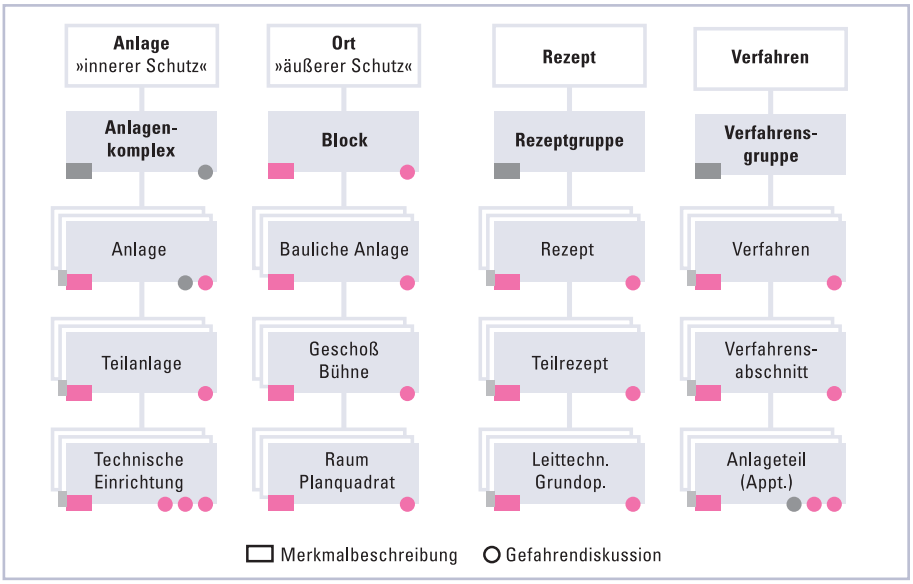



Bild 2: Beispiel einer Strukturierung eines Betriebes nach Anlage-, Orts-, Rezept- und Verfahrensgesichtspunkten (mehrdimensional).
›Angehängte‹ Kästchen repräsentieren Merkmale (auch: Beschreibungen, Parameter, ›angehängte‹ Kreise stellen Gefahrendiskussionen dar mit Gefährdungsbeurteilungen, Schutzmaßnahmen und Anweisungen. Grundsätzlich können Merkmale und Gefahrendiskussione bei jedem sicherheitstechnischen ›Objekt‹ – gleich welcher Ebene – auftreten.
In pink sind nur die explosionstechnisch relevanten Aspekte eingefährbt, schwarz sind übrige Informationen und Gefahrendiskussionen gefärbt.
Bei einer Strukturierung im Rezept- oder Verfahrens-‹Zweig‹ können ›innerer‹ und ›äußerer‹ Ex-Schutz gemeinsam auftreten.

Dokument. Eine solche Realisierung unter Einbeziehung vorhandener betrieblicher Strukturen ist in der Regel nur mit externer Beratung sinnvoll und muss sich am eingesparten Aufwand bei der Pflege messen lassen.

## Vorgaben für das Explosionsschutzdokument

Es ist nicht sinnvoll, generell Aufbau und Form des Dokumentes, z. B. in einer Norm, vorzugeben. Beispielhafte Vorschläge zu Inhalt und Gliederung des Explosionsdokumentes findet man sowohl in der Explosionsschutz Regel (Ex-RL) [7], in der Namur-Empfehlung NE 99 [5] oder z. B. in einem von der Europäischen Kommission herausgegebenen nichtverbindlichen Leitfaden [8]. Eine technische Regel des Ausschusses für Betriebssicherheit zum Explosionsschutzdokument ist im Aufbau (TRBS 2154) [9].

Auch das Internet enthält eine Vielzahl weiterer Publikationen unterschiedlicher Qualität dazu. Dem Arbeitgeber werden aber in keinem Fall die jeweiligen Gefährdungsermittlungen und Beurteilungen abgenommen. Trotzdem können die publizierten Checklisten sinnvoll sein, etwa zur Überprüfung der Qualität eines Explosionsschutzdokumentes. Anleitungen zu übergeordneten Gefährdungsbeurteilungen, nicht nur explosionstechnischer Aspekte liefert auch die BG Chemie mit eigenen Schriften [10]). In der Praxis hat sich eine Gliederung des Explosionsschutzdokumentes bewährt, etwa nach Tabelle 1 (berücksichtigt frühe Vorschläge der EX-RL, Abschnitt 6). Für das Beispiel wird hier eine einfache Betriebsstruktur mit zwei Betriebseinheiten (BE) angenommen.

Es empfiehlt sich vor allem für Betriebe mit mehreren Anlagen oder Anlageteilen, das Dokument in einen allgemeinen und mehrere anlagenspezifische Teile zu trennen. Im allgemeinen Teil werden der Aufbau der Dokumentation erläutert und alle Gesichtspunkte, die gemeinsam für alle Anlagen gelten. Daran schließen sich – ggf. als Verweis zu den Anhängen – die anlagespezifischen Dokumente an, die gewissermaßen Explosionsschutzdokumente nur für die jeweilige Anlage darstellen. Der Explosionsschutz ist nun einmal stark orts- und apparatebezogen, weshalb eine durchgängige Gefährdungsbeurteilung sinnvoller ist, als zu jedem Gliederungspunkt eine Aufzählung der betrachteten Punkte niederzulegen. Sonst sind die Beziehungen der beschriebenen Objekte untereinander ggf. nicht mehr einfach nachvollziehbar.

Das ›Durchkämmen‹ des Betriebes im Sinne umfassender Gefährdungsbeurteilungen orientiert sich sinnvoll an der EX-RL [7] bzw. der noch im Diskussionsstadium befindlichen Technischen Regeln zur BetrSichV [9],
Eine Reihe von Standardfällen zur Auswahl geeigneter Maßnahmen sind in der Beispielsammlung der EX-RL [7] beschrieben. ➔

**1 Einleitung**
- 1.1 Gegenstand und Zweck/ Aufgabe des Explosionsschutz-dokumentes
- 1.2 Geltungsbereich
- 1.3 Aufbau des Explosionsschutzdokumentes

**2 Angaben zum Betrieb**
- 2.1 Verantwortlichkeit
- 2.2 Genehmigungssituation
- 2.3 Zweck der Anlage
- 2.4 Lage/geographische Gegebenheiten
- 2.5 Bauliche Gegebenheiten
- 2.6 Lüftungssituation allgemein
- 2.7 Aufstellungspläne

**3 Verfahren im Betrieb – für den Explosionsschutz wesentliche Verfahrens- und Anlagenparameter**
- 3.1 Betriebseinheit BE1: Anlage zur Herstellung von ...
- 3.1.1 Allgemeines
- 3.1.2 Verfahrens-/Anlagenbeschreibung
- 3.2 Betriebseinheit BE2: Anlage zur Herstellung von ...

**4 Stoffdaten**

**5 Gefährdungsbeurteilung - Grundlagen**
- 5.1 Allgemeines
- 5.2 Beurteilung der Explosionsgefahr, Zonen
- 5.3 Beurteilung der Zündgefahr
- 5.4 Schadensausmaß

**6 Gefährdungsbeurteilung / Explosionsschutzkonzept Betrieb**
- 6.1 Allgemeines
- 6.2 Maßnahmen zur Vermeidung/ Einschränkung der Explosionsgefahr, Zoneneinteilung - Explosions-gefährdete Bereiche
- 6.2.1 Inneres von Apparaten
- 6.2.2 Umgebung von Apparaten
- 6.2.3 Darstellung der explosionsgefährdeten Bereiche
- 6.3 Identifizieren und Vermeiden von Zündquellen
- 6.3.1 Heiße Oberflächen (Dampfleitungen, Öl in Isolierungen)
- 6.3.2 Flammen und heiße Gase
- 6.3.3 Mechanisch erzeugte Funken
- 6.3.4 Elektrische Anlagen
- 6.3.5 Elektrische Ausgleichsströme/ Kathodischer Korrosionsschutz/ Potenzialausgleich
- 6.3.6 Statische Elektrizität
- 6.3.7 Blitzschlag
- 6.3.8 Hochfrequenz
- 6.3.9 Elektromagnetische Strahlung im optischen Spektralbereich
- 6.3.10 Ionisierende Strahlung
- 6.3.11 Ultraschall
- 6.3.12 Adiabatische Kompression und Stoßwellen
- 6.3.13 Exotherme Reaktionen einschließlich Selbstentzündung von Stäuben
- 6.3.14 Summarische Betrachtung von Zündquellen für einzelne Arbeitsmittel
- 6.3.14.1 Mischer
- 6.3.14.2 Rührbehälter
- 6.3.14.3 Pumpen
- 6.3.14.4 Fahrzeuge
- 6.3.14.5 ...
- 6.4 konstruktive Explosionsschutz-Maßnahmen
- 6.5 Organisatorische Maßnahmen – Betrieb
- 6.6 Generelle administrative Maßnahmen zum Explosionsschutz
- 6.6.1 Allgemeines
- 6.6.2 Innerbetriebliche Unterweisungen und Schulungen für den Explosionsschutz
- 6.6.3 Explosionsschutzspezifische Arbeitsanweisungen
- 6.6.4 Arbeitsfreigaben
- 6.6.5 Änderungswesen
- 6.6.6 Einbindung von Drittfirmen in den Explosionsschutz
- 6.6.7 Überwachung/Prüfungen
- 6.6.7.1 Prüfung vor der Erstinbetriebnahme (§ 14 BetrSichV)
- 6.6.7.2 Wiederkehrende Prüfungen (§ 15 BetrSichV)
- 6.6.8 Befähigte Personen
- 6.6.9 Besondere Maßnahmen zur Gefahrenabwehr

**7 Maßnahmen zur Sicherstellung der Zonen / Vermeidung von g.e.A.**

**8 Maßnahmen zum Vermeiden wirksamer Zündquellen nach EX-RL**

**9 Standardfälle für die Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche beim Umgang mit brennbaren Gasen/Dämpfen/Nebeln und Stäuben**

**10 Standardfälle für die Zündquellenbetrachtung**

**11 Prüfung vor Erstinbetriebnahme und wiederkehrende Prüfung**

Tabelle 1: Gliederungsvorschlag für ein Explosionsschutzdokument

Im Einzelfall – insbesondere bei angepassten Explosionsschutzkonzepten – ist die Einbeziehung externer Beratung sinnvoll, vor allem, wenn die bisher ›gewachsenen‹ Schutzmaßnahmen sinnvoll in das Explosionsschutzdokument integriert werden sollen. Weitere Erkenntnisquellen können gut erstellte Herstellerunterlagen (Bedienungsanleitungen) der zu betrachtenden Arbeitsmittel sein. Zwar ist die Ausweisung von Ex-Zonen nach erfolgter Gefährdungsbeurteilung Sache des Betreibers – gleichwohl sind die Herstellervorschläge bei Standardfällen eine Erleichterung bei der Erstellung der betrieblichen Dokumentation. Hier ist durchaus noch ein Betätigungsfeld für die Hersteller zur Differenzierung im Wettbewerb gegeben.

## Das Innere von Apparaten

Auch das Innere von Apparaten unterliegt der Gefährdungsbeurteilung durch den Betreiber. Rein formal erstreckt sich der Rechtbereich der BetrSichV aber nur auf explosionsfähige Atmosphäre, nicht jedoch auf explosionsfähige Gemische unter nichtatmosphärischen Bedingungen. Ein Hersteller von explosionsgeschützten Geräten ist nun gut beraten, sich bezüglich des formalen Explosionsschutzes im Inneren von Apparaten auf ein Minimum verfahrenstechnischer Anforderungen und Maßnahmen im Sinne der Produkthaftung zu beschränken, u. a. soweit sie etwa im Rahmen der Maschinenrichtlinie notwendig sind. Es nutzt ihm bei der Erstellung der formalen Sicherheitsdokumentation – und zudem dem Kunden. Häufig genug liegt nämlich keine explosionsfähige Atmosphäre im Sinne der BetrSichV vor oder der Betreiber möchte den Apparat außerhalb der (aus Übervorsichtigkeit des Herstellers vielleicht sehr restriktiven) Verfahrensanforderungen betreiben. Für das Innere von Apparaten muss vom Betreiber ohnehin eine Gefährdungsbeurteilung gemacht werden. Dies ist meist auch im Rahmen einer verfahrensorientierten Sicherheitsbetrachtung notwendig. Als Maßnahmen werden u. a. sinnvollerweise keine Ex-Zonen ausgewiesen, sondern der Explosionsschutz in analoger Weise realisiert, kenntlich gemacht z. B. durch eine Darstellung wie ›analog zu Ex-Zone‹.

## Altgeräte

Die Forderung der BetrSichV in explosionsgefährdeten Bereichen Betriebsmittel zu verwenden, die konform sind zur Richtlinie 94/9/EG [11], schließt ausdrücklich die Verwendung von ›Altgeräten‹ (Bestandsschutz) nicht aus - so sie vom Betreiber als ausreichend sicher eingestuft werden. Dies kann zum Beispiel durch eine langjährige Betriebspraxis, ggf. in Verbindung mit einer Gefährdungsbeurteilung, belegt werden. Dabei ist aber in besonderer Weise auf eine bestimmungsgemäße Verwendung zu achten oder die Abweichungen sind genau zu dokumentieren. Alle so vom Betreiber eingestuften Geräte sind im Explosionsschutzdokument abzulegen.

Hier wird deutlich: Wer schon immer seine ›Hausaufgaben‹ im Explosionsschutz gemacht hat und eine gute IH-Dokumentation geführt hat, dürfte mit der Verwendung von ›Altgeräten‹ keine Probleme haben.

## Bedienungsanleitung als zentraler Ort aller Geräteinformationen für Betreiber

Ein für jedes Arbeitsmittel ganz wesentliches Dokument im betrieblichen Explosionsschutz ist die Bedienungsanleitung des Herstellers bzw. des Inverkehrbringers. Die Bedienungsanleitung stellt die formale Schnittstelle zwischen Hersteller und Betreiber dar. Hier werden die Betreiberbedingungen, wie z. B. Anforderungen an Aufstellort, Betriebsparameter (z. B. max. Druck, max. Temperatur), Wartung und Prüfung niedergelegt, bei deren Einhaltung der Hersteller zu seiner Herstellerverantwortung steht.

In der Praxis bestehen die Herausforderungen darin, dass solche Bedienungsanleitungen a) in Struktur und Darstellung sehr herstellerspezifisch und damit schwer ›dechiffrierbar‹ sein können und b) häufig pauschaliert, also etwa für ganze Gerätegruppen, erstellt werden und der konkrete Bezug zum individuellen Gerät unvollständig sein kann. Es ist daher insbesondere bei stark arbeitsteilig organisierten Unternehmen sinnvoll, solche Betriebsanleitungen zentral in aktueller Form allen betroffenen Abteilungen verfügbar zu machen. Dabei sollten auch ältere Versionen (etwa durch technische Weiterentwicklung der jeweiligen Geräte nicht mehr aktuell) weiter zentral vorgehalten und ggf. archiviert werden, um während des Aufbewahrungszeitraumes des Exdokumentes auf Zitate der Herstellerdokumentation zurückgreifen zu können. Dies kann zu einem aufwendigen Dokumentenmanagement-System mit Versionierung führen – und ist nur motivierbar, wenn auch die Anforderungen aus der Instandhaltung sowie anderer gesetzlicher Regelungen (z. B. GefStoffV) mit diesem Instrument gelöst werden können.

➔

## Organisatorische Maßnahmen

Besonderes Augenmerk ist auf die Darstellung der organisatorischen Maßnahmen zu legen.
Übliche organisatorische Maßnahmen sind:

- schriftliche Anweisungen, Arbeitsfreigaben
- Unterweisung der Arbeitnehmer
- Koordinierung von Arbeiten.

Speziell bei schriftlichen Anweisungen und Arbeitsfreigaben ist es häufig sinnvoll, in einem Dokument allgemein das Verfahren und die entsprechenden Formulare zu beschreiben, so dass in allen Explosionsschutzdokumenten ein Verweis auf dieses Dokument genügt (Dokumentenhierarchie).
Die Koordinierung von Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen ist besonders zu beachten. Speziell bei Fremdvergaben von Arbeiten ist dafür zu sorgen, dass alle erforderlichen Informationen in entsprechender Tiefe weitergegeben werden, da das Fremdpersonal häufig nicht über entsprechende Kenntnisse verfügt. Die erfolgte Weitergabe wird sinnvoll dokumentiert. Auch hier machen sich zentrale Dokumentenablagestrukturen bezahlt.

| Zone | Kategorie |
|---|---|
| 0 | 1G |
| 1 | 1G oder 2G |
| 2 | 1G oder 2G oder 3G |
| | |
| **Zone** | **Kategorie** |
| 20 | 1D |
| 21 | 1D oder 2D |
| 22 | 1D oder 2D oder 3D |

Tabelle 2: Kriterien für die Auswahl von Geräten

## Beschaffung

Grundsätzlich müssen Geräte/Arbeitsmittel mit einer Gerätekategorie entsprechend der Zoneneinstufung erworben werden. Dabei ist folgende Zuordnung zu beachten (Tabelle 2).

Abweichungen von dieser Zuordnung sind auch bei ›Neugeräten‹ grundsätzlich vom Gesetzgeber zugelassen:
*»Sofern im Explosionsschutzdokument unter Zugrundelegung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung nichts anderes vorgesehen ist, sind ... Geräte ... entsprechend ... 94/9/EG auszuwählen ... (escape-Klausel)«.*

Diese Geräte sind im Explosionsschutzdokument zu beschreiben und ggf. ihr modifizierter Einsatz zu begründen. Hierbei ist es praktisch, die so notwendigen individuellen Gefährdungsbeurteilungen ggf. in einem eigenen Gerätekataster zu führen, um später Änderungen an Einstufung oder Prüfung schnell vornehmen zu können.

Die Gefährdungsbeurteilung von Geräten/Arbeitsmitteln, die für den vorgesehenen Einsatz vom Hersteller nicht spezifiziert wurden, ist jedoch entsprechend aufwändiger und benötigt ggf. Beratung, da sie u. a. die Dokumentation der Zündquellenbetrachtung und der daraus abgeleiteten zusätzlichen Maßnahmen beinhaltet. Diese Betrachtung wird bei explosionsgeschützten Geräten vom Hersteller selbst durchgeführt. Die Notwendigkeit, Geräte und Arbeitsmittel ohne adäquate Gerätekategorie einzusetzen, entsteht aber häufig wegen Nichtverfügbarkeit geeigneter Geräte, etwa für bestimmte Messaufgaben oder im Technikum-Umfeld.

## Auswirkungen auf die Instandhaltung

Die Auswirkungen sind im wesentlichen formaler Natur, in der Praxis aber durchaus aufwandsintensiv. Alle Vorgänge bedürfen in erhöhtem Maße der Dokumentation. Prüffristen etc. sind durch Historienauswertung o. ä. sinnvoll begründbar, wenn nicht auf Herstellerempfehlungen zurückgegriffen wird. Die längste Prüffrist laut BetrSichV beträgt drei Jahre.

Die Anforderungen an Prüfungen (z. B. Prüftiefe und Prüfzyklus) sowie Qualifizierung des Personals sind wegen praktischer Details noch in Diskussion in Arbeitskreisen des Ausschusses für Betriebssicherheit und Gegenstand eigener technischer Regeln. Eine Diskussion dieser Themen bleibt einem gesonderten Beitrag vorbehalten.

**Literaturhinweise**


[1] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV) vom 27. September 2002

[2] E. Stark und A. Blob: Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV): Aspekte zur Umsetzung des Explosionsschutzes in der chemischen Industrie (Teil1), Ex-Zeitschrift Nr. 35/ 2003

[3] Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (Fünfzehnte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 28. Januar 2000 Nr. L 23/57

4] Verordnung zur Anpassung der Gefahrstoffverordnung an die EG-Richtlinie 98/24/EG und andere EG-Richtlinien vom 23.12.2004, BGBl 2004, Teil I Nr. 74 S. 3758
Artikel 1, Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung GefStoffV)

[5] NAMUR-Empfehlung 99 (NE 99) Explosionsschutzdokument (NAMUR = Interessengemeinschaft Prozessleittechnik der chemischen und pharmazeutischen Industrie)
Bayer Technology Service GmbH, *office@namur.de*

[6] A. Blob: Sicherheitsdokumentation in BASICS (Bayer Safety Information and Communication Sytem), firmeninterne Kommunikation Bayer AG, (2001)

[7] Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre – Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) vom Juli 2000, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossen schaften, BGR 104 (früher ZH 1/10) und jährliche Fortschreibungen

[8] Nicht verbindlicher Leitfaden für bewährte Verfahren im Hinblick auf die Durchführung der Richtlinie 1999/92/EG über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können; Europäische Kommission, 2003

[9] Technische Regeln BetrsichV TRBS 1203 Befähigte Person, TRBS 2152 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre, allgemein, Teil 1bis 5 (Entwürfe), TRBS 2154 Explosionsschutzdokument, (Entwurf)

[10] BG Chemie, Merkblatt A 017 Gefährdungsbeurteilung, 6/2003

[11] Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 19. April 1994 Nr. L 100/1

# Funktionale Sicherheit und Explosionsschutz

**Grundlagen der funktionalen Sicherheit nach IEC 61508 und ihre Verbindung zu Anwendungen in explosionsgefährdeten Bereichen**

von André Fritsch

Bild 1: Funktionale Sicherheit SIL

Legt man die Normen und Vorschriften dieser beiden Fachgebiete nebeneinander und vergleicht die Inhalte, könnte man leicht zu dem Ergebnis kommen, dass diese beiden Themen nichts miteinander zu tun haben und ohne jeden Zusammenhang nebeneinander stehen. Dass dies nicht so ist und dass häufig sogar beides untrennbar miteinander verknüpft ist, wird so mancher Betreiber und Planer aus eigener Erfahrung bestätigen.

Von den Herstellern explosionsgeschützter Betriebsmittel wurde der Zusammenhang schon früh erkannt und der notwendige Wissensaufbau ging parallel mit Produktentwicklungen und Zertifizierungen einher. Daher liefern mittlerweile viele Hersteller explosionsgeschützter Betriebsmittel auch die für Stromkreise funktionaler Sicherheit spezifizierten Komponenten und Systeme zusammen mit dem dafür notwendigen Fachwissen.

## Wer hat's erfunden?

Wie kam es eigentlich zu der ›Funktionalen Sicherheit‹? Man sollte davon ausgehen, dass die Sicherheit des Personals eigentlich keiner speziellen Gesetzgebung bedarf, sondern im Interesse des Betreibers liegt und mit hoher Priorität behandelt wird. Leider ist dem nicht immer so und, wie häufig in der Historie, wird erst etwas unternommen, wenn etwas geschieht. Dieser Zeitpunkt war vor ca. 29 Jahren, genau am 10. Juli 1976 im norditalienischen Ort Seveso. Ein Giftgasunfall setzte hochgiftiges Dioxin (TCDD) frei, ausgelöst durch eine unkontrollierte Überhitzungsreaktion, die durch Überdruck eine Sicherung zerstörte. Der betreffende Reaktor hatte keinerlei automatische Kühlsysteme; in der Anlage existierten weder Warnsysteme noch Alarmpläne. Eine Benachrichtigung der Bevölkerung erfolgte nach 9 Tagen. Glücklicherweise befand sich zum Zeitpunkt des Störfalls kein Fachpersonal im Werk und durch einen Zufall wurde der Austritt der Giftstoffmenge beschränkt. Trotzdem gelangten ca. 2 kg hochgiftiges Dioxin in die Umwelt und verursachten Krankheiten, Sterben von Tieren und gravierende Umweltschäden.

Als Konsequenz aus diesem Unfall wurde die Verschärfung der Gesetze und Verordnungen zum Schutz von Mensch, Lebewesen und Umwelt beschlossen.

Mitte der 80er Jahre verabschiedete die Europäische Union die Seveso I Richtlinie für ›Anlagen mit großem Gefahrenpotential‹. Diese wurde später durch die Seveso II Richtlinie 96/82/EU ›Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen‹ ersetzt. Die deutsche Umsetzung dieser Richtlinie in nationales Recht erfolgte durch die Störfallverordnung im Bundesimmissionsschutzgesetz 12. BImSchV ›Verordnung zur Umsetzung EG-rechtlicher Vorschriften betreffend die Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen‹ vom 26.04.2000. Diese Störfallverordnung verwies auf die DIN V 19250 ›Grundlegende Sicherheitsbetrachtung für MSR-Schutzeinrichtungen‹ und DIN V 19251 ›Leittechnik – MSR-Schutzeinrichtungen – Anforderungen und Maßnahmen zur gesicherten Funktion‹, in denen u.a. die bekannten Anforderungsklassen AK1-8 definiert werden. Nach diesen Anforderungsklassen wurden seit Jahren Anlagen und Systeme konzipiert. Im Jahr 1998 erschien die IEC 61508 ›Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer programmierbarer elektronischer Systeme‹, die seit August 2002 als EN 61508 europaweite Gültigkeit erlangt hat. Diese neue Sicherheitsnorm definiert zum ersten Mal umfassend die Sicherheitsanforderungen in der Automatisierungstechnik, unabhängig von der Anwendung, und berücksichtigt dabei auch moderne, Mikroprozessor basierende Systeme. Die IEC 61508 hat weltweite Akzeptanz gefunden und wird bzw. wurde in vielen Ländern in nationales Recht bzw. nationale Normen und Vorschriften umgesetzt (z. B. Australien AS 61508, Großbritannien BS IEC 61508, USA NFPA 79-2002, Japan JIS C 0508). Nach der Umsetzung in eine deutsche Norm DIN EN 61508 (VDE 0803) liefen am 31. Juli 2004 die DIN V 19250 und DIN V 19251 aus, so dass nur noch eine verbindliche Vorschrift existiert.

Während sich die IEC 61508 in erster Linie an die Hersteller von Komponenten für Schutzeinrichtungen wendet, wird mit der IEC 61511 ›Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie‹ der Betreiber und Planer von Schutzeinrichtungen adressiert. Die IEC 61511 gibt Empfehlungen und Vorgaben zur Beurteilung des Schadensrisikos von Anlagen und unterstützt bei der Auswahl geeigneter, sicherheitsgerichteter Komponenten.
Im Teil 3 Anhang D der IEC wird als Verfahren zur Risikobeurteilung der Risikograph eingeführt, der ähnlich wie VDI/VDE 2180 ›Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT)‹ oder NAMUR Empfehlung NE 31 ›Anlagensicherung mit Mitteln der Prozessleittechnik‹ den Betreiber und Planer bei der Auslegung unterstützt. Die in 2003 erschienene IEC 61511 ist noch nicht in europäisches bzw. nationales Recht umgesetzt sondern befindet sich im Entwurfstadium (Entwurf DIN IEC 61511 VDE 1810; Stand Februar 2004). Weitere anwendungsspezifische Normen auf Grundlage der IEC 61508 sind z. B. die DIN IEC 61513 ›Kernkraftwerk – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung‹ oder der Entwurf DIN IEC 62061 ›Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit von elektrischen, elektronischen und programmierbaren Steuerungen von Maschinen‹.

## Fachchinesisch?

Beschäftigt man sich näher mit dem Thema ›Funktionale Sicherheit‹ und liest z. B. einen entsprechenden Prüfbericht, so wird man schnell auf einige Begriffe und Abkürzungen stoßen, die bei Weitem nicht selbsterklärend sind. Daher soll im Folgenden kurz auf die Terminologie und Fachausdrücke eingegangen werden, die zum Verständnis unabdingbar sind.

Beginnen wir mit einer Begriffsdefinition, die häufig verwechselt und missinterpretiert wird – Sicherheit und Verfügbarkeit. An einem alltäglichen Beispiel wird der maßgebliche Unterschied schnell klar. Eine Bahnüberquerung ist mit einer Schranke gesichert, so dass bei Herannahen eines Zuges ➔

nicht gleichzeitig ein Fahrzeug über die Schienen fahren kann. Die beiden möglichen Fehlerquellen in diesem Beispiel sind ›nicht Öffnen‹ und ›nicht Schließen‹ der Schranke. Sollte die Schranke nicht mehr öffnen, nachdem der Zug passiert hat, so ist die Verfügbarkeit der Straße nicht mehr gewährleistet. Abhilfe würde hier z. B. ein paralleler Übergang schaffen, da die Wahrscheinlichkeit, dass auch hier die Schranke nicht öffnet, recht gering ist. Aus Sicherheitsaspekten ist dieser natürlich strikt abzulehnen, da die Fehlerwahrscheinlichkeit für das ›nicht schließen‹ von zwei auf vier Schranken verdoppelt wird. Hier ist es wesentlich besser, wenn jeweils zwei Schranken hintereinander gebaut werden, um einen Fehler abzufangen, falls eine der vier Schranken nicht schließt. Dies wirkt aber wiederum der Verfügbarkeit entgegen. Wie kommen wir aus diesem Dilemma heraus und erhöhen sowohl Sicherheit als auch Verfügbarkeit? Es gibt sogar mehrere Lösungen, wie z. B. eine Überführung, die aber alle eines gemeinsam haben, nämlich höhere Kosten. Bei allen Anwendungen und Maßnahmen zur Erhöhung von Sicherheit und bzw. oder Verfügbarkeit sollte der Kostenaspekt nicht aus den Augen verloren werden. Daher macht es keinen Sinn, grundsätzlich die höchste Sicherheitsstufe zu fordern, sondern diese muss anwendungsspezifisch ermittelt und projektiert werden, um auch den ökonomischen Anforderungen zu genügen. Mit dem zuvor genannten Risikographen aus der IEC 61511-3 steht hierfür ein geeignetes Hilfsmittel zur Verfügung, dass später noch beschrieben wird.

| Schutzeinrichtung | Risikoreduzierung der Anlage |
|---|---|
| SIL 1 | 10 ... 100 |
| SIL 2 | 100 ... 1.000 |
| SIL 3 | 1.000 ... 10.000 |
| SIL 4 | 10.000 ... 100.000 |

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen SIL und Risikoreduzierung

| IEC 61511 | DIN V 19250 | VDI/VDE 2180 |
|---|---|---|
| SIL 1 | AK1 | Risikobereich I (niedrigeres Risiko) |
| | AK2 | |
| | AK3 | |
| SIL 2 | AK4 | |
| SIL 3 | AK5 | Risikobereich II (höheres Risiko) |
| | AK6 | |
| SIL 4 | AK7 | Nicht allein durch PLT-Schutzeinrichtungen abdeckbar |
| | AK8 | |

Tabelle 2: Beziehung zwischen IEC 61511, DIN V 19250 und VDI/VDE 2180 (Quelle: E DIN IEC 61511-3; Anlage E VDE 0810 Teil 3)

Die Definition des ›sicheren Zustandes‹ ist wichtiger Bestandteil eines Sicherheitskonzeptes. Je nach Anwendung sind auch hier unterschiedliche Betrachtungen möglich. In einem Prozess, in dem eine Flüssigkeit erhitzt wird, kann der sichere Zustand z. B. durch Abschalten aller Stromkreise inklusive der Heizung erreicht werden, so dass die Flüssigkeit nicht überkocht. Bei einem Fehlerzustand in einem Flugzeug sollte dagegen alles Mögliche getan werden, um alle Systeme in Funktion zu halten. Anhand dieses Beispiels wird auch klar, dass der energielose Zustand eines Systems recht einfach zu erreichen ist und daher möglichst für Sicherheitsfunktionen bevorzugt werden sollte. Sichere Zustände bei Automatisierungskomponenten können z. B. ›letzte Position halten‹, ›Hardware Abschaltung‹ oder ›sicher herunterfahren‹ sein. Die Definition des sicheren Zustandes ist wichtiger Bestandteil der Prüfberichte von Komponenten mit SIL-Klassifizierung.

SIL selbst steht als Abkürzung für ›Safety Integrity Level‹ und ist mittlerweile zum Synonym der Funktionalen Sicherheit geworden. Dabei definiert SIL ›nur‹ ein Maß für die sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit oder Zuverlässigkeit einer elektronischen oder elektrischen Steuerungseinrichtung (Tabelle 1) und hat für sich alleine stehend nur eine geringe Aussagekraft.

Da ein SIL anders ermittelt und betrachtet wird als die AK (Anforderungsklasse) aus der DIN V 19250, ist ein direkter Vergleich nicht so einfach möglich. Als Anhaltspunkt gilt, dass ein AK 3 System in etwa einem SIL 1 System oder ein AK 5 System einem SIL 3 entspricht (Tabelle 2).

Im Unterschied zu der AK-Ermittlung steht bei SIL die Bewertung der Sicherheitskette, auch als SIF ›Safety Instrumented Function‹ bezeichnet, im Vordergrund. Diese Sicherheitskette besteht typischerweise aus der Sicherheits-Steuerung, einem Aktor und einem Sensor. Aus einer oder mehrerer Sicherheitsketten entsteht das SIS ›Safety Instrumented System‹.

Generell werden Sicherheitssysteme gemäss IEC 61508 in ›low demand‹ und ›high demand‹ Systeme aufgeteilt. Hiermit wird

| Fehlerarten | Ungefährliche Fehler | Gefährliche Fehler |
|---|---|---|
| Erkannte Fehler | $\lambda_{sd}$ (= safe detected) | $\lambda_{dd}$ (= dangerous detected) |
| Unerkannte Fehler | $\lambda_{su}$ (= safe undetected) | $\lambda_{du}$ (= dangerous undetected) |
| Fehler von Komponenten, die nicht Teil der Schutzeinrichtung sind | $\lambda_{np}$ (= not part) | |

Tabelle 3: Fehlerarten bei Sicherheitssystemen

definiert, wie häufig im Betrieb einer Anlage oder Maschine die Sicherheitsfunktion zum Einsatz kommt. Ist damit zu rechnen, dass die Sicherheitsfunktion mehrmals täglich oder häufiger ansprechen wird, so spricht man von einem ›high demand‹ System. Beispiele hierzu findet man bei Anwendungen im Maschinenbau, wenn z. B. eine Lichtschranke beim Eingriff eines Bedieners die Sicherheitsfunktion auslösen muss und der Bediener kontinuierlich an der Maschine arbeitet. Im Bereich der Prozessautomatisierung ist davon auszugehen, dass die Sicherheitsfunktion nur sehr selten auslöst, typischerweise maximal einmal im Jahr. Dies wird als ›low demand‹ System bezeichnet. Beispiele hierfür sind z. B. Feueralarme oder Not-Abschaltungen. Im Folgenden wird nur auf die ›low demand‹ Anwendungen eingegangen, da diese im Bereich der Automatisierungslösungen den Schwerpunkt bilden.

| $PFD_a$ (Fehler bei Anforderung; low demand Systeme | SIL |
|---|---|
| $\geq 10^{-2} \ldots < 10^{-1}$ | SIL 1 |
| $\geq 10^{-3} \ldots < 10^{-2}$ | SIL 2 |
| $\geq 10^{-4} \ldots < 10^{-3}$ | SIL 3 |
| $\geq 10^{-6} \ldots < 10^{-4}$ | SIL 4 |

Tabelle 4: Ausfallwahrscheinlichkeit und erreichbarer SIL

Zur Projektierung von Sicherheitssystemen reicht die Aussage über den SIL der einzelnen Komponenten nicht aus. Während in der Vergangenheit die Sicherheitskette genau den niedrigsten AK der Einzelkomponenten erreichen konnte, muss bei SIL eine Berechung auf Grundlage der Ausfallwahrscheinlichkeiten erfolgen. Hier kommt dem Wert $PFD_a$ (= Probability of Failure on Demand, average) eine zentrale Bedeutung zu. $PFD_a$ spezifiziert die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit, mit der ein Sicherheitssystem genau in dem Moment ausfällt, in dem diese Sicherheitsfunktion benötigt wird. Bezogen wird der Wert auf einen wählbaren Zeitraum, typischerweise pro Jahr. Ein $PFD_a$ von z. B. $3 \cdot 10^{-3}$ besagt also, dass die Sicherheitsfunktion mit hoher Wahrscheinlichkeit einmal in 333 Jahren in dem Moment versagt, wo sie benötigt wird. Was aber nicht bedeutet, dass das System jetzt 333 Jahre ohne Ausfall funktionieren wird. So kann der sicherheitskritische Ausfall bereits nach einem Jahr erfolgen und dann 332 Jahre nicht mehr – das besagt die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Die Ermittlung der $PFD_a$ von Komponenten geschieht in einem recht aufwändigen analytischen Verfahren, der sogenannten FMEDA (Failure Mode Effects and Detectability Analysis), bei der bis hinunter zu den einzelnen Bauteilen analysiert wird, was bei welchem Fehler passiert und wie dies entdeckt werden kann. Grundlage der Analyse bilden Datensammlungen über die Ausfallraten von elektronischen Bauelementen, wie z. B. der Siemens-Standard SN 29500 oder, recht konservativ, das MIL-Handbuch 217F, aber auch eigene Statistiken der Hersteller über das Ausfallverhalten ihrer Komponenten. Mögliche Fehler in Komponenten lassen sich in fünf verschiedene Fehlerarten unterteilen, die unterschiedliche Auswirkungen auf den $PFD_a$ haben (Tabelle 3).

Bei den hier betrachteten ›low demand‹ Systemen spielt nur der gefährliche, unerkannte Fehler $\lambda_{du}$ eine maßgebliche Rolle, und zwar bezogen auf ein definiertes Zeitintervall, welches als $T_{proof}$ (Prüfintervall) bezeichnet wird. Ziel dieser Prüfungen ist es, den gefährlichen Fehler, der also zum Versagen der Sicherheitsfunktion führen würde, durch Prüfungen zu entdecken und zu eliminieren. Daraus ergibt sich im Umkehrschluss, dass sich durch eine Veränderung des Zeitintervalls für die Prüfungen die Versagenswahrscheinlichkeit im Bedarfsfalle ändert. Jeder Autofahrer kennt dieses Verfahren, wenn er alle drei Jahre sein Fahrzeug dem TÜV vorstellt. Natürlich würde ein jährlicher oder gar halbjährlicher TÜV die Sicherheit des Fahrzeuges erhöhen, was aber wiederum auch eine Erhöhung der Kosten bedeutet. Manchmal ist aber die Verkürzung der Prüfzeit $T_{proof}$ die einzige Methode, ein gefordertes SIL zu erreichen.

Der ermittelte Werte $PFD_a$ erlaubt die Zuordnung des Gerätes zu einem SIL (Tabelle 4). Mit zwei weiteren Parametern wird die Sicherheitsqualität eines Gerätes beschrieben. Die SFF (Safe Failure Fraction) sagt aus, wie groß der Anteil der ungefährlichen Fehler zu den gesamt möglichen Fehlern ist. Ein ungefährlicher Fehler ist definiert ➔

als ein Fehler, der zwar für die Sicherheit relevant ist, der aber entweder erkannt wird oder das System in den sicheren Zustand überführt. Einfaches Beispiel hierfür wäre eine Gerätesicherung, die bei einer Überspannung das Gerät in den sicheren Aus-Zustand bringt – sofern dies der sichere Zustand ist. Ein SFF von z. B. 90% besagt, dass nur 10% der möglichen Fehler in einer Sicherheitseinrichtung nicht erkannt werden können und zu einem gefährlichen Zustand führen würden. Der zweite Parameter, der hier relevant ist, ist die HFT (Hardware Failure Fraction). Mit dem HFT wird die Redundanz-Tolerance des Gerätes bzw. Systems beschrieben. Systeme ohne Redundanz, bei denen also durch einen Ausfall die Sicherheitsfunktion nicht mehr gewährleistet ist, haben eine HFT = 0. Bei einfacher Redundanz beträgt die HFT = 1 und bei doppelter Redundanz die HFT = 2. Die Verbindung der beiden Parameter SFF und HFT ergibt dann den SIL eines Gerätes. Hierbei wird noch unterschieden zwischen einfachen Typ A Geräten, bei denen alle Fehler bekannt und beschreibbar sind (Tabelle 5), und komplexeren Typ B Geräten, wenn nicht alle Fehler bekannt und beschreibbar sind, wie es meist bei Mikroprozessor-Systemen bzw. Software der Fall ist (Tabelle 6).

In der IEC 61511 ist der Begriff der ›Betriebsbewährtheit‹ definiert. Kann der Hersteller die Betriebsbewährtheit seiner Komponenten oder Systeme nachweisen, lässt sich der erreichbare SIL erhöhen. In den Tabellen 5 und 6 wird dies mit ›HFT = 0[1)]‹ bzw. ›1[1)]‹ bezeichnet. Grundlage für diesen Nachweis bildet die Anzahl der im Markt befindlichen Geräte und die systematische Auswertung von sicherheitsrelevanten Fehlern bei diesen Geräten während ihrer Einsatzdauer. Dieser Nachweis der Betriebsbewährtheit ist bei komplexeren Systemen, die häufig mit Mikroprozessoren ausgestattet sind, die einzige effektive Möglichkeit, eine SIL-Bewertung durchzuführen. Aus den beiden, eventuell unterschiedlichen SIL, die sich aus der $PFD_a$ und aus der SFF und HFT ergeben, wird der niedrigste Wert als SIL des Gerätes oder Systems angenommen.

Anders als z. B. beim Explosionsschutz existiert bei der Funktionalen Sicherheit keine Zertifizierungspflicht. Gemäss IEC 61508 reicht für SIL 2 Anwendungen eine Herstellerprüfung, die allerdings von einer unabhängigen Abteilung im Unternehmen durchzuführen ist. Ab SIL 3 empfiehlt die Norm, dass ein Fremdunternehmen die Analyse durchführt.

| | HFT (Hardware Failure Tolerance) | | |
|---|---|---|---|
| SFF (Safe Failure Fraction) | 0 | 1 / 0[1)] | 2 / 1[1)] |
| < 60% | SIL 1 | SIL 2 | SIL 3 |
| 60 ... 90% | SIL 2 | SIL 3 | SIL 4 |
| 90 ... 99% | SIL 3 | SIL 4 | SIL 4 |
| > 99% | SIL 3 | SIL 4 | SIL 4 |

Tabelle 5: Zusammenhang der SFF und HFT bei einfachen Geräten (Typ A2)
0[1)] bzw. 1[1)] bei Nachweis der Betriebsbewährtheit nach IEC 61511

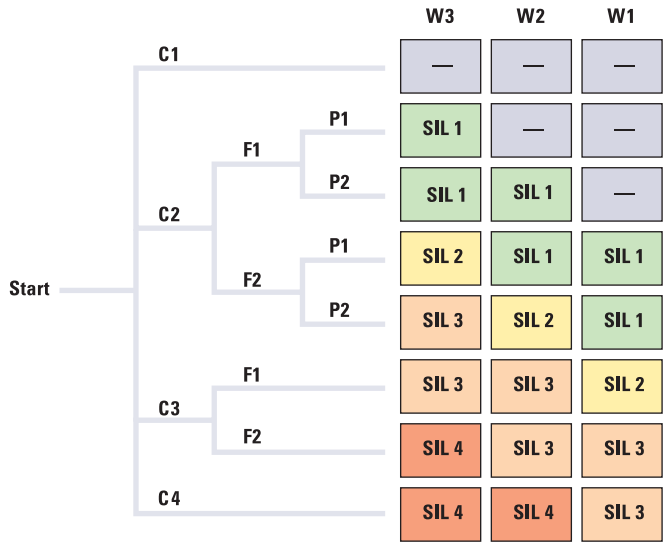
| | HFT (Hardware Failure Tolerance) | | |
|---|---|---|---|
| SFF (Safe Failure Fraction) | 0 | 1 / 0[1)] | 2 / 1[1)] |
| < 60% | — | SIL 1 | SIL 2 |
| 60 ... 90% | SIL 1 | SIL 2 | SIL 3 |
| 90 ... 99% | SIL 2 | SIL 3 | SIL 4 |
| > 99% | SIL 3 | SIL 4 | SIL 4 |

Tabelle 6: Zusammenhang der SFF und HFT bei komplexeren Geräten (Typ B)
0[1)] bzw. 1[1)] bei Nachweis der Betriebsbewährtheit nach IEC 61511

## Was macht der Anwender?

Glücklicherweise muss sich der Anwender nicht um die aufwändige und teilweise komplexe Ermittlung der Einzelparameter kümmern. Dies wird durch den Gerätehersteller durchgeführt und in Prüfberichten und einem Sicherheitshandbuch dokumentiert. Unbenommen bleibt aber die Verantwortung des Betreibers, seine Anlage richtig einzustufen und die richtigen Komponenten unter den richtigen Randbedingungen einzusetzen. Aus Erfahrungsberichten geht hervor, dass ca. 44% aller Fehler bereits in der Spezifikationsphase auftreten.

Der Ablauf zur Erlangung einer Genehmigung ist in der Bundesrepublik Deutschland wie in anderen Ländern gesetzlich geregelt. Hierzu stellt der Betreiber einen ›Antrag auf Genehmigung der sicherheitsgerichteten Anlage‹ bei der staatlichen Genehmigungsbehörde (Gewerbeaufsicht). Diese beauftragt das Landesumweltamt (LUA) als Gutachter und Berater mit der Prüfung der Anlage. Das LUA führt diese Prüfung selber durch oder beauftragt einen sogenannten §29a Sachverständigen (gemäss §29a des Bundesimmissionsschutzgesetzes), z. B. vom TÜV.




**C = Schadenausmaß**
C1: leichte Verletzung einer Person
C2: schwere, irreversible Verletzung einer oder mehrerer Personen oder Tod einer Person
C3: Tod mehrerer Personen
C4: katastrophale Auswirkung mit vielen Toten

**F = Aufenthaltswahrscheinlichkeit**
F1: selten bis etwas öfter
F2: häufiger bis andauernd

**P = Gefahrenabwehr**
P1: möglich unter bestimmtenBedingungen
P2: kaum möglich

**W = Eintrittswahrscheinlichkeit**
W1: sehr gering
W2: gering
W3: relativ hoch

**— = keine Sicherheitsanforderungen**

**Anmerkung:**
SIL 4 kann mit einer Sicherheitseinrichtung alleine nicht erreicht werden

Bild 2: Risikograph für Personenschäden nach IEC 61508/61511

Nach erfolgreicher Prüfung der Anlage wird die Genehmigung durch die Behörde ausgestellt. Während des Betriebs der Anlage kann das LUA vom regionalen Umweltamt mit der Inspektion der Sicherheitseinrichtungen beauftragt werden.

Die Sicherheitsanalyse einer Anlage bzw. Teilanlage gliedert sich prinzipiell in vier Schritte. Zuerst wird die Grundfunktion der Sicherheitsanforderungen definiert, die ›Safety Requirement Specification‹ oder kurz SRS. Was soll bzw. was muss mit der Sicherheitsfunktion erreicht werden? Im zweiten Schritt erfolgt die eigentliche Risikoanalyse, auch als ›SIL Assessment‹ bezeichnet. Die Risikoanalyse wird z. B. mit Hilfe des Risikographs aus IEC 61511-3, Anhang D durchgeführt (Bild 2).

Der Anhang D der genannten Norm hat nur informativen Charakter, eine Anwendung des Risikographs ist also nicht obligatorisch. Alternative Verfahren sind genau so zulässig und sogar teilweise von der Genehmigungsbehörde vorgegeben. Ein ebenfalls verwendetes Verfahren ist die Analyse nach der NAMUR Empfehlung NE93 ›Nachweis der sicherheitstechnischen Zuverlässigkeit von PLT-Schutzeinrichtungen‹.

Außerhalb Deutschlands wird häufig eine sogenannte LOPA ›Layer Of Protection Analysis‹ durchgeführt. Da sich die Vorgehensweise nach IEC 61511 als recht zweckmäßig erwiesen hat und sich sowohl für die Analyse der Personengefährdung und Umweltgefährdung aber auch als Kostenanalyse für Produktionsausfallkosten eignet, wird dieses Verfahren in den folgenden Beispielen verwendet. Egal, welches Verfahren zum Einsatz kommt, wichtig ist stets die Dokumentation und Begründung der getroffenen Annahmen und Entscheidungen. Alle Festlegungen und Ergebnisse werden im Sicherheitsdokument nachvollziehbar aufgeführt. Sinnvollerweise sollte man bei der Sicherheitsanalyse auch den Kostenaspekt im Auge behalten: »Was kostet ein Fehler – was kostet die Vermeidung des Fehlers?«.

Eine ausführliche Anleitung zur Verwendung des Risikographs ist der o.g. IEC 61511-3 zu entnehmen, so dass hier nicht im Detail darauf eingegangen werden soll. Bereits bei der Durchführung der Risikoanalyse können Maßnahmen getroffen werden, um den erforderlichen SIL und die damit entstehenden Kosten zu reduzieren. Durch organisatorische Maßnahmen lässt sich z. B. die Aufenthaltsdauer von Personen im Risikobereich verkürzen und damit der Parameter F2 auf F1 ändern (siehe Bild 2). Beim Parameter ›P‹, der Gefahrenabwehr, ist durch konstruktive oder bauliche Maßnahmen, wie z. B. einer Berstscheibe oder einem Überdruckventil, eine Verringerung von P2 auf P1 machbar. Damit sind eventuell bereits in der Analysephase Verringerungen von SIL 3 auf SIL 1 erreichbar, was wiederum zu einfacheren ➔

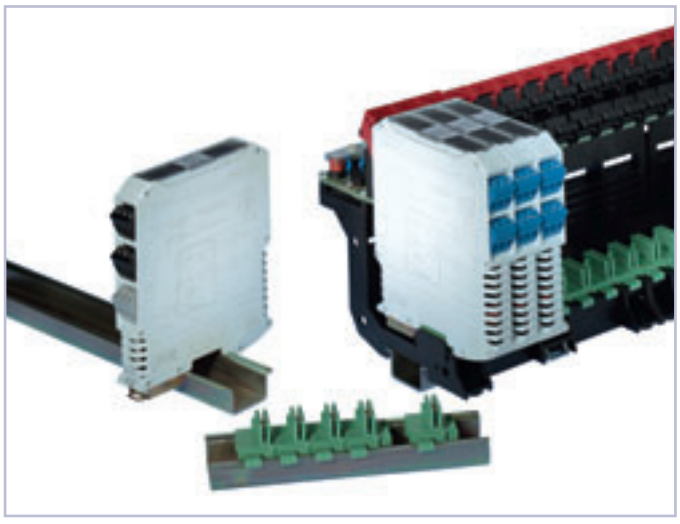


Bild 3: Ex i Trennstufensystem IS pac für SIL 2 und SIL 3 Anwendungen

und preiswerteren Lösungen führt.

Stehen die erforderlichen Anforderungen fest, folgt im dritten Schritt die Konfiguration der Sicherheitsketten, bestehend typischerweise aus SPS, Eingangs- und Ausgangskreis, inklusive der Auswahl der einzusetzenden Komponenten. Im letzten Schritt werden dann die Sicherheitsketten auf ihren SIL hin analysiert. Hierbei ist jeder Sicherheitskreis separat zu berechnen. Die Berechnung erfolgt auf Grundlage der Ausfallwahrscheinlichkeiten $PFD_a$ der eingesetzten Komponenten, welche in den jeweiligen Prüfberichten dokumentiert sind. Bei einfachen, nicht redundanten Sicherheitskreisen werden diese Werte addiert und das Ergebnis mit den zulässigen Werten aus Tabelle 4 verglichen.

Leider wird in der Praxis häufig der errechnete Wert von dem gewünschten abweichen. Welche Möglichkeiten gibt es jetzt, den SIL der Sicherheitssysteme zu erhöhen? Da die Prüfzeiten $T_{proof}$ bei ›low demand‹ Sicherheitssystemen nahezu linear in das Ergebnis eingehen, kann durch eine Verkürzung der Prüfzeiten eine Erhöhung des SIL erreicht werden. Allerdings steigen durch die häufigeren Prüfungen wiederum die Kosten. Ein weiteres probates Mittel ist der Aufbau von Redundanzen. Je nach verwendeter Redundanz sind wesentliche Verbesserungen zu erzielen. Man spricht hier z. B. von 1oo2 (1 out of 2) oder 2oo3 (2 out of 3) Redundanzen, also eins aus zwei bzw. zwei aus drei Redundanz. Am effektivsten sind die diversitären Redundanzen, die mit unterschiedlichen Messgeräten und Messverfahren arbeiten. Wird beispielsweise eine Temperaturmessung mittels eines Temperaturmessumformers durchgeführt, so verringert zwar ein zweiter, redundanter Messumformer des gleichen Typs die Ausfallwahrscheinlichkeit. Allerdings entsteht hier die Möglichkeit eines sogenannten Common Cause Fehlers (›Beta-Faktor‹), eines für beide Messumformer, die unter einer gemeinsamen Belastung stehen, gleichzeitig auftretenden Fehlers. Dies wäre beispielsweise ein systematischer Fehler in der Messumformersoftware, der z. B. bei einem bestimmten Messergebnis im selben Moment beide Geräte befällt. Bei diversitären Redundanzen werden Messumformer unterschiedlicher Hersteller und eventuell sogar mit unterschiedlichen Messverfahren eingesetzt, um eben diesen Common Cause Fehler auszuschalten und eine wesentliche Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit herbeizuführen. Eine weitere Verbesserung der Sicherheitskette lässt sich durch Diagnosemethoden erreichen. Die Früherkennung von Ausfällen oder Fehlfunktionen durch die ›Diagnostic Coverage‹ verbessert ebenfalls die Sicherheitsanwendung, da die gefährlichen, unerkannten Ausfälle in gefährliche, erkannte Ausfälle überführt werden.

Im Sicherheitshandbuch dokumentiert der Betreiber seine Sicherheitsketten über die Betriebsdauer der Systeme mit allen aufgetretenen Fehlern. Was zuerst mal als lästiger Papierkram interpretiert werden könnte, hilft aber auch bei der Auslegung neuer Sicherheitskreise. Ist ein Sicherheitssystem seit einigen Jahren im Einsatz und sind in der Zeit keine bzw. wenige sicherheitskritische Fehler

| Name der Software | Hersteller | Bemerkung |
|---|---|---|
| SILence | HIMA | |
| SILver | EXIDA | Internet-Anwendung |
| TRAC | ABB | mit Risikograph |
| TRAMS | ABB | zur Dokumentation |

Tabelle 8: Auswahl verfügbarer Software-Tools mit Gerätedatenbanken

aufgetreten, so ist über die Argumentation der Betriebsbewährtheit ebenfalls eine Erhöhung des SIL für diese Anwendung zu erzielen. Es sei noch angemerkt, dass eine nachträgliche Änderung des Ergebnisses der durchgeführten Risikoanalyse zur Verringerung des notwendigen SIL nicht empfehlenswert ist. Schließlich wurde die Analyse nach ›bestem Wissen und Gewissen‹ durchgeführt und, wenn es nicht wirkliche Änderungen in der Anlage gab, gibt es keine logische Begründung für eine nachträgliche Änderung.

Wie man an den oben aufgeführten Punkten recht gut erkennt, kann die Analyse und Optimierung von Sicherheitskreisen eine recht zeitaufwändige Angelegenheit sein. Zum Glück sind mittlerweile einige Software-Tools am Markt erhältlich, die bei der Auslegung von Sicherheitsketten Unterstützung bieten. Gute Tools zeichnen sich u. a. darin aus, dass sie dem Betreiber Gerätedatenbanken zur Verfügung stellen, in denen möglichst viele Geräte mit ihren Sicherheitskennwerten gelistet sind (Tabelle 8).

Einige der Tools enthalten auch eine Risikoanalyse mit dem Risikograph, mitlaufende Kostenermittlung und eine Logbuchfunktion, in der getroffene Entscheidungen versioniert abgelegt werden.
So gut und hilfreich die jeweiligen Software-Tools auch sind, sie entbinden allesamt den Betreiber nicht von seiner Verantwortung.

## Explosionsschutz und SIL

In Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen treten häufig auch Anwendungen der funktionalen Sicherheit auf. Generell sind auch hier alle Zündschutzarten einsetzbar. Allerdings kommt bei der funktionalen Sicherheit erschwerend hinzu, dass die Prüfintervalle meistens im jährlichen Rhythmus liegen, während bei reinen Explosionsschutz-Applikationen das Prüf- und Wartungsintervall typischerweise drei Jahre beträgt.

Daher kommt der einfachen und möglichst preiswerten Prüfbarkeit bei Kombinationsanwendungen aus Explosionsschutz und Funktionale Sicherheit eine besondere Bedeutung zu. Während bei den meisten Zündschutzarten, wie z. B. Druckfeste Kapselung ›d‹ oder Erhöhte Sicherheit ›e‹, die Prüfungen nur im abgeschalteten Zustand und besonderen Genehmigungen möglich sind, kann bei der Zündschutzart Eigensicherheit ›i‹ ein Arbeiten wie unter ›Normalbedingungen‹ erfolgen. Messungen und Prüfungen sind im Betrieb im explosionsgefährdeten Bereich möglich, was beim Test der Sicherheitskreise einen großen Vorteil darstellt. Daher bietet es sich an, bei Anwendungen der funktionalen Sicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen die Kreise in der Zündschutzart Eigensicherheit ›i‹ zu errichten. Das Schutzprinzip der Eigensicherheit basiert auf der Strom-, Spannungs- und Leistungsbegrenzung der Signale, die in den explosionsgefährdeten Bereich gehen. Hierbei werden auch ein bzw. zwei mögliche Fehler betrachtet, woraus die Kategorien ›ib‹ und ›ia‹ resultieren, die wiederum die Verwendbarkeit für Zone 1 oder Zone 0 Stromkreise definieren. Dies resultiert aber nicht automatisch in eine Lösung, die für die funktionale Sicherheit geeignet ist, da hierbei keine ausreichende Aussage über Verfügbarkeit und Qualität der Signalübertragung getroffen wird. Eine entsprechende Analyse und SIL-Bewertung muss also auch hier durchgeführt werden.

Mit eigensicheren Komponenten und Systemen sind verschiedene Lösungen möglich. Der ›klassische Ansatz‹ erfolgt über Punkt zu Punkt Verbindungen mit konventionellen Trennstufen oder Sicherheitsbarrieren. Sicherheitsbarrieren als einfache, passive Netzwerke sind hierbei die einfachste Lösung, da sie keinen aktiven Beitrag zur Sicherheitskette liefern und prinzipiell wie ein passives Teil berücksichtigt werden können. Allerdings weisen Stromkreise mit Sicherheitsbarrieren potentielle funktionelle Risiken auf, die u.a. durch den Längswiderstand und den Erdbezug des Potentialausgleichs begründet sind. Daher werden seit einigen Jahren vorzugsweise galvanische Trennstufen eingesetzt (Bild 3). Diese müssen, da sie ja meistens mit externer Versorgung und komplexerer innerer Elektronik ausgestattet sind, eine entsprechende SIL-Analyse aufweisen. Die für die Projektierung notwendigen Parameter wie $PFD_a$ oder Prüfintervalle $T_{proof}$ sind in den Test-Reports bzw. Sicherheitshandbüchern dokumentiert.

Durch den Einsatz der Trennstufen kann sich bei der Auslegung der Sicherheitskette ein Problem ergeben. Da sowohl im Sensor- als auch im Aktorkreis jetzt ein weiteres Element dazwischengeschaltet wird, wird natürlich die $PFD_a$ der Sicherheitskette um diese Werte vermindert. Ein Stromkreis, der eben noch den Anforderungen an z. B. SIL 2 genügt, wird dadurch eventuell nur noch für SIL 1 verwendbar sein. Es wird daher empfohlen, dass eine Trennstufe, die für Sicherheitskreise verwendet werden kann, maximal 10 % des gesamten für den erforderlichen Sicherheitslevel verfügbaren $PFD_a$ für sich beanspruchen sollte. Während also z. B. ein Wert von $5 \cdot 10^{-3}$ für ein SIL 2 ausreicht, sollte die entsprechende Trennstufe maximal $5 \cdot 10^{-4}$ davon für sich verbrauchen. In Bild 4 ist dargestellt, wie die typische Verteilung der Ausfallwahrscheinlichkeiten in einer Sicherheitskette mit Trennstufen aussehen sollte.

Wenn dieses nicht möglich ist bzw. keine entsprechende Trennstufe erhältlich ist, bleibt die Alternative der Redundanz, wie bereits vorher beschrieben. Eine weitere ➔

Alternative besteht im Aufbau einer zusätzlichen Diagnose. Hier bietet sich als interessante Lösung das HART-Kommunikationssignal an, das eine Vielzahl von Parametern liefert, die u.a. auch für Früherkennung von Fehlern verwendbar sind. Zur Auswertung der HART-Informationen stehen z. B. spezielle HART-Management Systeme zur Verfügung, die die HART-Signale über einen HART-Multiplexer gesammelt einlesen und auswerten. Auch der HART-Multiplexer muss natürlich eine SIL-Bewertung aufweisen, da er ja in den Sicherheitskreis eingreift und die relevanten analogen Prozesssignale verfälschen könnte (Bild 5). Die SIL-Bewertung der HART-Multiplexer beinhaltet daher nicht die Nutzung der HART-Informationen zur Steuerung und Kontrolle der Sicherheitskette, sondern vielmehr den Nachweis, dass der HART-Multiplexer keine sicherheitsrelevanten Einflüsse auf das Analogsignal hat.

In den letzten Jahren wird bei vielen neuen Anlagen vermehrt die moderne Bustechnologie eingesetzt. Auch für den Aufbau von Sicherheitssystemen stehen Lösungskonzepte und Produkte zur Verfügung. Speziell auf Sicherheitsanwendungen hin aufgebaute Busprotokolle sind z. B. PROFISafe oder INTERBUS-Safety. Die durchgängige Verwendbarkeit und damit die Akzeptanz scheitert allerdings häufig an der geringen Auswahl der hierfür zur Verfügung stehenden Feldgeräte. Hier bietet die Remote I/O Technik mehr Auswahlmöglichkeiten. Herkömmliche analoge Feldgeräte mit SIL-Klassifizierung lassen sich problemlos am Remote I/O betreiben. Wichtigste Voraussetzung allerdings ist, dass natürlich das Remote I/O System ebenfalls nach den SIL-Kriterien bewertet ist. Das derzeit einzige System am Markt, das Remote I/O System I.S.1 der Firma R. STAHL, erfüllt die Anforderungen an SIL 1 (Bild 6).

Damit sich der Anwender nicht mit der relativ komplexen Struktur dieser Sicherheitskette auseinandersetzen muss, ist es sinnvoll, das Gesamtsystem wie eine Komponente zu betrachten. Bei I.S.1 sind der Feldbus-Trennübertrager für den eigensicheren Profibus DP, der eigensichere Profibus DP selbst, die CPU-Baugruppe des Systems und die analogen und digitalen Ein-/Ausgangsbaugruppen in der SIL-Bewertung gemeinsam berücksichtigt, d. h. der Anwender rechnet lediglich mit nur einem Wert für die Ausfall-

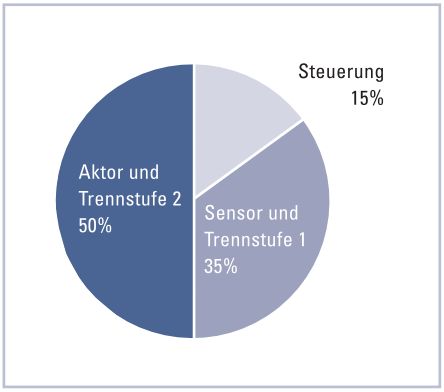



Bild 4: Typische Verteilung der PFDa in einer Sicherheitskette mit Trennstufen

Bild 5: HART-Multiplexer mit HART-Anschlußboard für Anwendungen bis SIL 3

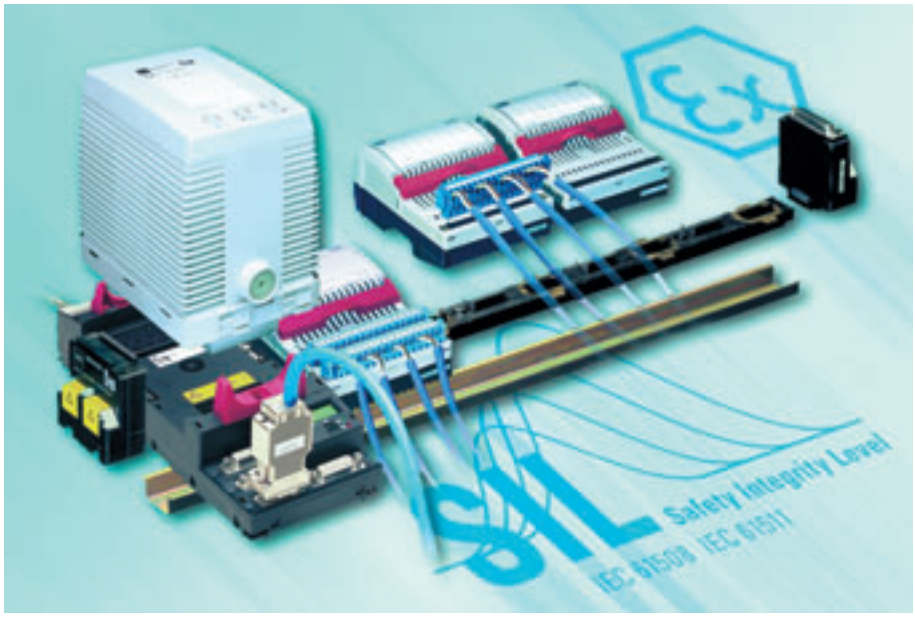



Bild 6: Remote I/O System I.S.1 für Sicherheitsanforderungen bis SIL 1

wahrscheinlichkeit seiner Sicherheitskette und addiert die entsprechenden Werte der Feldgeräte und des Automatisierungssystems dazu. Leider sind bislang nur wenige Automatisierungssysteme mit einem SIL Assessment verfügbar. In der Praxis wird daher bei der Berechung für Systeme ohne SIL ein Erfahrungswert für die Ausfallwahrscheinlichkeit von 0,001 herangezogen.

einrichtungen im Explosionsschutz‹ (CENELEC TC31-WG9) ist in Vorbereitung, die einen Verweis auf die IEC 61508 enthält.

Es ist folglich davon auszugehen, dass uns die Funktionale Sicherheit auch in Zukunft begleiten wird und nicht, wie bei so manchem anderen Thema, als Modeerscheinung irgendwann wieder verschwindet.

## Zusammenfassung und Ausblick

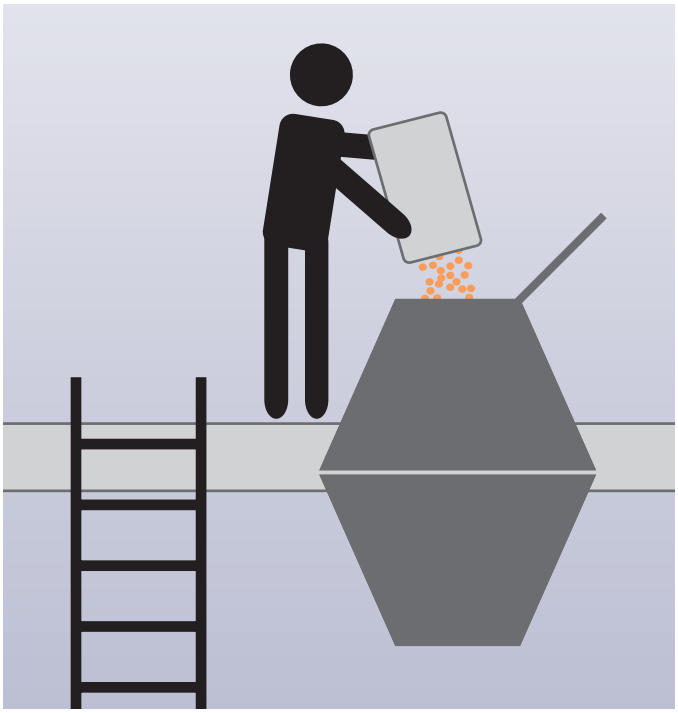
Obwohl oder gerade weil das Thema der funktionalen Sicherheit eine recht große Komplexität erreicht hat, muss sich der Anwender mit diesem Thema auseinandersetzen. Es darf nicht sein, dass auf Grund komplizierter oder unübersichtlicher Vorschriften und Verfahren die Sicherheit der Anlagen und vor allem die des Personals auf der Strecke bleibt. Glücklicherweise berichtet die Fachpresse in der letzten Zeit häufiger über diese Thematik, so dass der Anwender hier bereits einen guten Überblick erhält.
Es ist nicht weiter verwunderlich, dass sich insbesondere die Hersteller explosionsgeschützter Betriebsmittel der ›Funktionalen Sicherheit‹ angenommen haben und sowohl Produkte als auch Schulungen hierzu anbieten. Die langjährigen Erfahrungen mit der doch recht ähnlichen Thematik des Explosionsschutzes zusammen mit den dafür notwendigen qualitativ hochwertigen Fertigungsmethoden und Entwicklungsabläufen bieten hierfür eine solide Grundlage. Noch entwickeln sich die Normen des Explosionsschutzes und der Funktionalen Sicherheit unabhängig voneinander. Doch bereits in der Überarbeitung der Niederspannungsrichtlinie (RL 73/23/EEC) wird die ›Funktionale Sicherheit‹ enthalten sein. Eine neue europäische Norm für ›Sicherheits-

## Literaturhinweise


1. Richtlinie 96/82/EU ›Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen‹ Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 1996
2. Störfallverordnung im Bundesimmissionsschutzgesetz 12. BImSchV ›Verordnung zur Umsetzung EG-rechtlicher Vorschriften betreffend die Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen‹ vom 26.04.2000, BGBl Teil I 2000
3. DIN V 19250 ›Grundlegende Sicherheitsbetrachtung für MSR-Schutzeinrichtungen‹ (zurückgezogen am 31.07.2004)
4. DIN V 19251 ›Leittechnik – MSR-Schutzeinrichtungen – Anforderungen und Maßnahmen zur gesicherten Funktion‹ (zurückgezogen am 31.07.2004)
5. IEC 61508 1998 Functional safety of electrical/electronical/programmable electronic safety related systems Part 1 - Part 6
6. DIN EN 61508/VDE 0803 – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme
7. IEC 61511 12/2003 Functional safety-Safety instrumented systems for the process industry sector
8. Entwurf DIN IEC 61511 VDE 0810; Stand Februar 2004 ›Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie‹
9. VDI/VDE Richtlinie 2180 ›Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT)‹
10. NAMUR Empfehlung NE 31 ›Anlagensicherung mit Mitteln der Prozessleittechnik‹ Bayer Technology Service, *office@namur.de*
11. NAMUR Empfehlung NE 93 ›Nachweis der sicherheitstechnischen Zuverlässigkeit von PLT-Schutzeinrichtungen‹ Bayer Technology Service, *office@namur.de*
12. Entwurf DIN IEC 62061 ›Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit von elektrischen, elektronischen und programmierbaren Steuerungen von Maschinen‹.
13. Siemens Safety Integrated ›Applikationshandbuch Sicherheitstechnik‹ unter www.siemens.de/safety
14. Homepage des IEC (FAQ-Listen, Broschüren etc.) unter http://www.iec.ch/zone/fsafety
15. Homepage der Firma EXIDA – www.exida.com - mit Infoschriften, Fachartikeln und Fachbüchern
16. ›Elektronische Sicherheitssysteme‹ von Josef Börcsök ISBN 3-7785-2939-0; Hüthig-Verlag

# Elektrostatische Aufladung zündet

von Günter Lüttgens



Es gibt seit 2003 ein europäisches Regelwerk über die Vermeidung von Gefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (CENELEC/TR 50404), das weitgehend in die BG-Regel 132 übernommen wurde. Darin wird u.a. ausgesagt, dass Büschelentladungen – das sind die schwachen knisternden Entladungen, die z.B von aufgeladenen Kunststoffen ausgehen können – nach gegenwärtigem Kenntnisstand staubförmige Produkte nicht entzünden (Ausnahme: extrem zündempfindliche Stäube einer Mindestzündenergie MZE < 3 mJ). Entsprechende Aussagen finden sich auch in der BGR 132.

Kaum jemand wird vermuten, dass es vor dieser Festlegung heftige Diskussionen gegeben hat, die sich über viele Jahre erstreckten, galt es doch nachzuweisen, dass etwas nicht geschieht. Theoretisch ist ein solcher Nachweis nicht möglich, ausschlaggebend war letztendlich, dass keine entsprechenden Zündungen bekannt geworden waren. Weshalb ist diese Festlegung eigentlich so wichtig? Es wäre sonst grundsätzlich nicht zulässig, brennbare staubfömige Produkte in Packmitteln aus aufladbaren Kunststoffen zu handhaben (z.B. Puderzucker in Plastiktüte).

## Ereignisablauf

In einem pharmazeutischen Betrieb waren zwei pulverförmige staubexplosionsfähige Produkte, angeliefert in Polyethylensäcken, in einem dafür vorgesehenen Taumelmischer aus Edelstahl zu vermengen. Pro Tag war ein Ansatz herzustellen, danach wurde der Mischer entleert. Nach anschließender Reinigung, zuerst mit Wasser und anschließend mit Propanol, konnte der Mischer austrocknen.

An einem Montag Morgen entleerte der Beschäftigte den ersten Polyethylensack mit Produkt in den Mischer und war sichtlich erschrocken über laute Beschimpfungen von Mitarbeitern aus der unteren Etage. Grund: Er hatte versäumt, die Entleerungsklappe zu schließen, so dass oben eingefülltes Produkt sofort unten wieder herauskam und dementsprechend die dort arbeitenden Kollegen einstaubte.

Das war sehr peinlich, und so nahm sich der Beschäftigte vor, die Entleerungsklappe sofort nach der Reinigung zu schließen, um solchem Missgeschick vorzubeugen. Die Beschickungsöffnung (oben) wurde nicht verschlossen, damit der Mischer austrocknen konnte.

Früh am nächsten Morgen entleerte der Beschäftigte – sich noch erinnernd, die Entleerungsklappe am Tag vorher geschlossen zu haben – den ersten Polyethylensack mit Produkt in den Mischer. Als er den letzten Rest aus dem Sack ausschüttelte, schoss plötzlich eine Stichflamme aus der Einfüllöffnung.

## Erklärung

Zunächst herrschte Ratlosigkeit. Schließlich war korrekt nach den BG-Regeln gehandelt worden. Dann wurde die Vermutung laut, ob Büschelentladungen nicht doch in der Lage sein könnten, explosionsfähige Staub/Luft-Gemische zu entzünden. Erinnerungen an jahrelange Diskussionen zu diesem Thema wurden wieder wach. Schließlich wurde der Ablauf des Ereignisses noch einmal schrittweise recherchiert.

Der Mischer war zuletzt mit Propanol gereinigt worden. Nachdem das Lösemittel abgelaufen war, wurde die Entleerungsklappe geschlossen. Die obere Klappe war offen geblieben, und so konnte der Mischer über Nacht austrocknen. Doch die Dichte des Propanoldampfes ist größer als die von Luft. So war der Mischer innen zwar trocken aber noch angefüllt mit Lösemitteldampf. Beim Entleeren des ersten Sackes wurde ein Teil dieses Dampfes vom eingefüllten Schüttgut aus der Beschickungsöffnung nach oben verdrängt und konnte dort ein explosionsfähiges Gemisch bilden. Der beim Entleeren vom Herausrutschen des Produktes aufgeladene PE-Sack führte am nahe gelegenen Rand der Öffnung zu Büschelentladungen, die erfahrungsgemäß in der Lage sind, ein solches Dampf/Luft-Gemisch zu entzünden. Diese Primärzündung konnte dann das geringer zündempfindliche Staub/Luft-Gemisch entzünden, das sogleich mit heftiger Stichflamme abbrannte.

## Schlussfolgerung

Beim Erstellen des Explosionsschutz-Dokumentes war auch die Möglichkeit eines hybriden Gemisches in Betracht gezogen worden (s.a. BGR 132; 3.4.3). Doch war man davon ausgegangen, dass nach dem Reinigen des Mischers die obere und die untere Klappe immer bis zum nächsten Tag geöffnet bleiben. Damit war ausgeschlossen, dass sich im Mischer explosionsfähige Dämpfe ansammeln konnten.

Diese Einzelheiten waren dem Mitarbeiter nicht bekannt. Er hatte dafür zu sorgen, dass der Mischer vor dem Beschicken sauber und trocken war. Das hat er zweifellos beachtet. Auch geringfügige und als unwesentlich erachtete Änderungen im Verfahrensablauf müssen auf ihre sicherheitstechnische Relevanz hin überprüft werden.

# Konfiguration und Wartung von Feldbusgeräten in explosionsgefährdeten Bereichen

**Der 375 Field Communicator, das weltweite erste und einzige mobile handbedienbare Parametriergerät für HART- und FOUNDATION-Feldbus Instrumentierung in eigensicheren Stromkreisen**

von Alan R. Dewey

Ferndiagnose-Informationen, die von den heute in den meisten Anlagen der Prozessindustrie vorhandenen intelligenten Feld-Mess- und Steuerungsgeräten übermittelt werden, ermöglichen es den Technikern, die meisten Einstellungs- und Diagnosearbeiten von einer zentralen Stelle aus vorzunehmen. Allerdings lassen sich bestimmte Aufgaben am besten direkt am Feldgerät mit einem mobilen tragbaren Parametrier- und Konfiguriergerät vornehmen. Für Standorte, die als explosionsgefährdeter Bereich nach Class 1, Division 1 oder als Zone 1 klassifiziert sind, ist ein funktional vielseitiges und robustes Gerät erforderlich, das gleichzeitig die Sicherheitsanforderungen für den Explosionsschutz erfüllt.

Einige Jahre lang wurde der eigensichere 275 HART Communicator für Feldgeräte verwendet, die für das HART®-Kommunikationsprotokoll konfiguriert waren. Mit der Einführung des FOUNDATION™-Fieldbus-Protokolls wurden die Anforderungen an Feld-Wartungsgeräte jedoch erheblich komplexer und konnten vom 275 Communicator nicht mehr erfüllt werden. Eine Möglichkeit zur Konfiguration von Feldbus-Messumformern im Feld ist die Verwendung von Laptop- und Notebook-Computern. Das einzige wirklich mobile und tragbare Wartungsgerät für die Konfiguration und Wartung von Feldbus-Geräten in explosionsgefährdeten Bereichen ist jedoch der 375 Field Communicator von Emerson.

**Explosionsschutz beim 375-Communicator**

Durch den Focus des weltweiten Einsatzes wurde als Explosionsschutzmaßnahme die Zündschutzart Eigensicherheit ›i‹ gewählt. Nur dadurch ist gewährleistet, dass ein und dieselbe Ausführung in den verschiedenen Regionen bzw. Ländern zugelassen werden kann. Der 375 Field Communicator (KL Option) ist bereits von FM (USA), CSA(Kanada), EXAM (Europa) geprüft und zugelassen worden. Ferner werden die Fisco-Anforderungen eingehalten.

- Factory Mutual (FM)
  nach NEC 500: Class I, Division 1, Groups A, B, C, und D
  nach NEC 505: Class I, Zone 0, AEx ia IIC T4 (Ta = 50 °C)
- Canadian Standards Association (CSA)
  Ex ia IIC T4
- Exam (nach ATEX 94/9/EG)
  II 2 G (1 GD) EEx ib [ ia] IIC T4

Da die Prüfungen gemäß IECEx Scheme dokumentiert sind, können weltweit weitere nationale Zulassungen einfach erlangt werden. Einzigartig ist die Wechselmöglichkeit des Akkus im explosionsgefährdeten Bereich während des Betriebs, was dadurch erreicht wird, dass der Verbindungsstromkreis zum Handterminal ebenfalls eigensicher ausgelegt ist.

**Intelligente Feldgeräte**

In praktisch allen Prozessindustrie-Anlagen werden inzwischen intelligente Instrumente eingesetzt. Neben der Messung bzw. Steuerung der jeweiligen Prozesswerte liefern diese Instrumente zahlreiche zusätzliche Daten zur Charakteristik und zum Zustand des Gerätes selbst. Diese Informationen werden in der Regel über einen digitalen Multi-Drop-Bus zum Host des Prozessleitsystems zurückübertragen.

Moderne Asset Management-Software wie die AMS™ Suite: Intelligent Device Manager, ermöglicht Ingenieuren und Technikern die Kommunikation mit intelligenten, an den digitalen Bus angeschlossenen Feldgeräten. Über dieses Netzwerk können diese Geräte aus der Ferne konfiguriert und sogar Geräteprobleme diagnostiziert werden, ohne sich direkt in die Anlage begeben zu müssen. Das bedeutet eine enorme Zeiteinsparung. Die Software überwacht zudem regelmäßig den Zustand der Instrumente und pflegt automatisch eine Wartungshistorie für jedes Gerät in einer Stammdatenbank. Dies ist überall dort von großem Vorteil, wo genaue Aufzeichnungen aufgrund von einschlägigen Vorschriften geführt werden müssen.

**Konfiguration und Wartung vor Ort**

Trotz der offensichtlichen Vorteile des Fernzugriffs mit Hilfe von Asset Management-Software müssen oft dafür nicht geeignete Instrumente im Feld konfiguriert und diagnostiziert werden. Obwohl diese Technologie ein starkes Wachstum verzeichnet, ist ihre Nutzung noch nicht sehr weit verbreitet; daher werden portable Parametrier- und Konfiguriergeräte benötigt, um die moderne Online-Diagnose zu ergänzen. Zudem ist es unerlässlich, bestimmte Tätigkeiten direkt am Instrument auszuführen. Dazu gehören zum Beispiel die Nullpunkteinstellung von Druckmessumformern nach deren Endmontage, die Kompensation von Pegelmessumformern für die Eigenschaften der Prozessleitungen (›Wet leg‹), das Betätigen von Regelventilen und die direkte Beobachtung ihrer Reaktion sowie die Eingabe von Typschild- und Gerätedaten in ein Feldgerät nach dessen Endmontage.

Angesichts der vielen Einschränkungen für Geräte in Class 1, Division 1 bzw. Zone 1-Ausführung ist der 375 Field Communicator das ideale Werkzeug für all diese Aufgaben, insbesondere für Instrumente, die die Anforderungen der Fieldbus Foundation erfüllen. Mit zur Zeit etwa 500.000 weltweit eingesetzten Geräten ist dies die am schnellsten wachsende Art intelligenter Instrumentierung. Für viele dieser Geräte ist ein von Hand bedienbarer Communicator das einzige Mittel zur Konfiguration und Zustandsdiagnose nach der Installation. Der 375 Field Communicator ist auch hier die ideale Lösung.

Nach seiner Markteinführung im Juli 2003 ist das Gerät schnell zum Standard-Feld-Communicator für MSR-Techniker geworden. Das Gerät ist mit mehr als 800 HART- und Feldbusinstrumenten von einer Vielzahl von Herstellern kompatibel.

Der Communicator ist robust und zuverlässig und erfüllt die typischen Anforderungen von Produktionsumgebungen. Die Navigation durch die Prüfarbeitsgänge ist beim 375 Communicator mit dem großen Touch-Screen noch einfacher als beim Vorläufermodell 275. Auf dem helleren Bildschirm sind die Bildschirminformationen auch in dunklen Bereichen einer Anlage ohne Mühe gut zu erkennen.
Der Prozessor des 375 Communicator ist um den Faktor 20 schneller als der 275 HART-Communicator, was einen enormen Geschwindigkeitsgewinn darstellt. Es sind ein Flash-Speicher mit 32 MB, ein RAM-Speicher mit ebenfalls 32 MB und eine Systemkarte mit 128 MB vorhanden. Das leicht zugängliche Konfigurationsergänzungs-Modul enthält weitere 32 MB Speicher und kann problemlos Hunderte von Gerätekonfigurationen speichern. Der wiederaufladbare Batteriepack ist speziell für explosionsgefährdete Bereiche ausgelegt. Er kann innerhalb von zwei Stunden vollständig aufgeladen werden (in einem sicheren Bereich). Dies sind allesamt gute Gründe, jetzt ältere Modelle gegen den 375 Field Communicator auszutauschen, um die täglichen normalen Bedienungsarbeiten auch in nicht-explosionsgefährdeten Bereichen zu beschleunigen. ➔

**Anwendung des 375 Communicators in explosionsgefährdeten Bereichen**

Die folgenden allgemeinen Funktionen können mit dem 375 Field Communicator in Bereichen der Class 1, Division 1 und Zone 1 ausgeführt werden:

- Endjustierung von Druckmessumformern
  Bei Druckmessumformern ist nach der Montage im Feld oft noch die Endjustierung erforderlich. Die Kalibrierung kann zwar in der Werkstatt erfolgen, aber nachdem die genaue Montageposition bekannt ist, muss noch die Feineinstellung erfolgen.
  Mit dem 375 Communicator kann diese Tätigkeit von einer Person im Feld ausgeführt werden. Dabei wird die vorprogrammierte Methode durchgeführt, die in der Standard-Gerätebeschreibung des Messumformers enthalten ist.
- Kalibrierung von Ventilen
  Regelventile erfordern oft wegen der in vielen Prozessanlagen an sie gestellten Anforderungen eine sehr intensive Wartung. Wenn ein kritisches Ventil nicht wie vorgesehen funktioniert, möchte das Wartungspersonal oft den Ventilbetrieb während der Betätigung beobachten. Wenn sich das Ventil in einem explosionsgefährdeten Bereich befindet, was oft der Fall ist, kann das Ventil mit dem 375 Field Communicator von einer Person bedient werden, indem vom Hersteller entwickelte Standardfunktionen ausgeführt werden, die in der Gerätebeschreibung der Ventilsteuerung angegeben sind.
  Einige Kalibrierungsarbeiten an Ventilen erfordern die visuelle Beobachtung der Position eines Ventils oder einer Armatur während der Kalibrierung. Ohne ein eigensicheres Parametrierungsgerät wie dem 375 Communicator sind für diese Tätigkeit zwei Personen erforderlich (z. B. eine Person am Prozessleitsystem und eine im Feld für die Beobachtung des Ventils).
- Typschilddaten-Speicherung
  Bei der Installation eines neuen Geräts im Feld müssen oft die Daten des Typschilds gespeichert werden. Diese Informationen können notiert und bei der Rückkehr zum Prozessleitsystem eingegeben werden. Oft ist es jedoch viel zweckmäßiger (und weniger fehleranfällig), eine Verbindung mit dem Gerät herzustellen und die Informationen direkt in das Gerät einzugeben, während die Typschilddaten abgelesen werden. Mit dem 375 Field Communicator ist dies möglich, auch in explosionsgefährdeten Bereichen.

**Aktualisierung des 375 Communicators**

Wenn neue Feldgeräte eingeführt werden, können die entsprechenden Gerätebeschreibungen über das Internet auf den 375 Communicator geladen werden. Mit der Easy Upgrade-Funktion ist er damit sofort für die Kommunikation mit jedem Feldbus- oder HART-Gerät möglich. Wenn in einer Anlage ein neues Instrument installiert wird, kann dessen Gerätebeschreibung problemlos über das Internet abgerufen werden. Den Communicator für die Aktualisierung in ein Kundendienstzentrum zu schicken, ist also nicht erforderlich. Mit dem IrDA-Standard kann dieser Download drahtlos über eine ›eigensicher-freundliche‹-Schnittstelle vorgenommen werden, eine Schnittstelle, die die physikalischen Bedingungen der Zündschutzart Eigensicherheit berücksichtigt.

**Fazit**

Die schnelle Akzeptanz des 375 Communicators basiert zum großen Teil auf der Tatsache, dass sowohl HART- als auch Foundation-Feldbusgeräte unabhängig vom Hersteller unterstützt werden. Craig Llewellyn, President der Emerson's Asset Optimization Division sagt dazu: »Emerson setzt sich seit Jahren für die offene Kommunikation von Prozesssteuerungselementen ein, um den Anwendern die Möglichkeit zu geben, die optimalen Komponenten für ihr spezielles Fertigungssystem selbst auswählen zu können. Mit dem 375 Field Communicator wird die offene Kommunikation jetzt auch auf die Gerätewartung ausgedehnt.«

Der 375 Field Communicator ist zudem vollständig mit dem AMS Device Manager von Emerson integriert. Mit dem 375 im Feld gesammelte MSR-Gerätedaten können in die permanente Datenbank des AMS Device Managers geladen werden. Der gemeinsame Einsatz dieser beiden Komponenten ermöglicht es dem Bedienungspersonal, sämtliche Feldgeräte – die als Betriebsmittel letztlich die elementare Grundlage für den Prozess darstellen – effektiver zu verwalten.

Weitere Informationen zum 375 Field Communicator einschließlich einer Liste der vom 375 Communicator unterstützten FOUNDATION-Feldbus- und HART-Geräte sind zu finden im Internet unter *www.fieldcommunicator.com*.

# Mensch

# Umwelt

**Logisch _** Ihre Sicherheit ist unser Metier. Schon immer. R. STAHL Schaltgeräte ist weltweit führend im Bereich **Explosionsschutz**. Keine Frage also, dass die Anforderungen der funktionalen Sicherheit nach IEC/EN 61508 ab sofort ebenfalls konsequent umgesetzt werden. Eigensichere Komponenten und Systeme von R. STAHL sind sowohl gemäß den hohen Anforderungen des Explosionsschutzes zertifiziert als auch nach **Safety Integrity Levels SIL** eingestuft. Übrigens ist I.S.1 derzeit weltweit das einzige explosionsgeschützte Remote I/O System mit SIL Klassifizierung.

# Sicherheit

STAHL

Ihre Fragen beantworten wir gerne.

R. STAHL Schaltgeräte GmbH, 74638 Waldenburg

+49 7942 943-0 oder www.stahl.de

# Staubexplosionsschutz nach nordamerikanischer Praxis

## jetzt als Option in EN 61241-1

von Helmut Greiner

Bild 1: Getreidemühle ADM in Kansas City, USA nach der Explosion am 10.04.1979
(Quelle: R. W. Schoeff, Kansas State University)

In der neuen Europäischen Norm EN 61241-1 [1] und [2] wird als ›Verfahren B‹ (im Original treffender ›Practice B‹) eine Variante zur Wahl gestellt, die in Nordamerika seit sieben Jahrzehnten verwendet wird. Dieser Bericht gibt einige Hintergrundinformationen zur Entstehungsgeschichte dieser Norm und beschreibt einige Einzelheiten der konstruktiven und prüftechnischen Anforderungen sowie der Abnahmebedingungen. Das Verfahren B kann als Alternative zum Verfahren A interessant werden für

- Hersteller, die diese Art des Staubexplosionsschutzes nach Nordamerika liefern wollen oder müssen
- Instandsetzer, die bei explosionsgeschützten Betriebsmitteln zur Wiederherstellung des Originalzustandes verpflichtet sind.

Daneben sollte es für Betreiber interessant sein, was sich unter den Buchstaben ›A‹ und ›B‹ – zum Beispiel im Rahmen eines Projektes – verbirgt.

## 1 Entstehungsgeschichte dieser Norm

Durch Getreidestaub verursachte Explosionen (Bild 1) waren in den USA relativ häufig, wie die Statistik für die Jahre 1980… 1990 (Bild 2) zeigt. Allein in der hier betrachteten Dekade gab es etwa 200 schwere Ereignisse, bei denen 54 Menschen getötet und 256 verletzt wurden und ein Sachschaden von etwa 165 Mio. Dollar entstand.

Die Bemühungen um eine Prävention solcher Ereignisse führten schon 1929 zu der ersten Ausgabe der Norm UL 674 (A) ›Electric motors and generators for use in hazardous locations, Class II, Groups E, F, and G‹.

Beim Beginn der IEC-Normenarbeit zum Staubexplosionsschutz (etwa 1980) konnten die nordamerikanischen Fachleute auf eine damals schon 50jährige Erfahrung mit der UL-Norm 674 (A) verweisen; daher mussten in der Erstausgabe der IEC 1241-1-1: 1993 noch zwei als sicherheitstechnisch gleichwertige eingestufte, jedoch grundsätzlich unterschiedliche ›Verfahren‹ (Practice) genormt werden (Tabelle 1).

Bei der Übernahme der IEC 1241-1-1 als EN 50281-1-1: 1998 konnte das Verfahren B eliminiert werden, da die Arbeiten ausschließlich auf europäischer CENELEC-Ebene abliefen.

Die neuen Normen für die Zündschutzart ›tD‹ (IEC 61241-1 und EN 61241-1) wurden jedoch im Parallelverfahren zwischen IEC und CENELC erstellt und enthalten daher zwangsläufig wieder den Konsens mit beiden Verfahren A und B. ➔

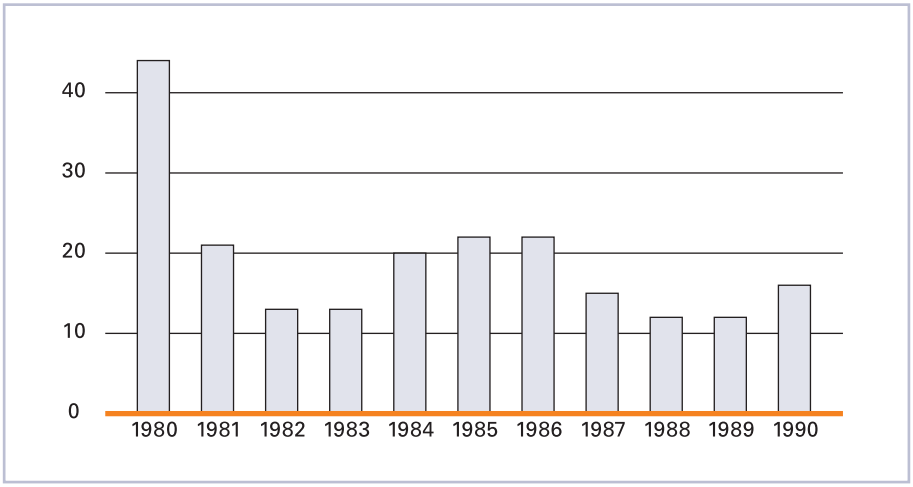



Bild 2: Zahl der Explosionen mit Nahrungs- und Futtermittelstäuben; erfasst durch ›Federal Grain Inspection Service‹ des US Department of Agriculture

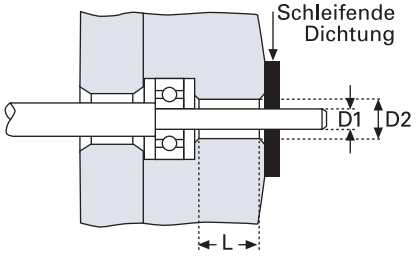
| | **Praxis A** | **Praxis B** |
|---|---|---|
| Basis-Normen | EN 1127<br>EN 60529 | UL 674<br>CSA C 222 No. 145 |
| Staubauflage bei der Temperaturprüfung | ohne | mit |
| Glimmtemperatur bezogen auf Schichthöhe | 5 mm | 12.5 mm (1/2 Zoll) |
| Kriterien für die Dichtheit | IP6X/IP5X | Spaltweite am Dichtspalt |
| Korngröße des Prüfstaubes | < 75 µm | < 150 µm |
| Konstruktive Festlegungen | keine | spezielle |

Tabelle 1: Vergleichswerte für die Verfahren A und B nach IEC und EN 61241-1

## 2 Anforderungen an die Spaltabmessungen

Die Spaltdichtungen beim Verfahren B sind mit dem Konstruktionsprinzip der druckfesten Kapselung vergleichbar, ohne dass sie allerdings auf eine Vermeidung des Zünddurchschlags (Explosionsübertragung) zielen oder geprüft werden.

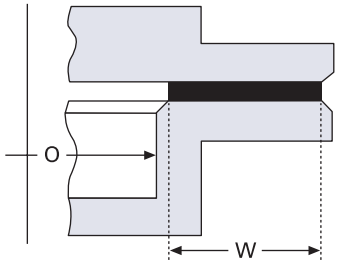
Unter Verwendung der aus US-Quellen stammenden Originalbilder der Norm sind nachstehend auszugsweise einige Werte dargestellt und – soweit möglich – mit den Anforderungen bei druckfester Kapselung verglichen (Bilder 3 bis 6).




**3. Wellenspalt**

Wellenspalt beim Verfahren B nach IEC und EN 61241-1
Bild in Anlehnung an das Original in der Norm

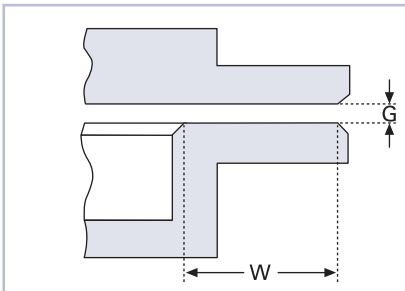
| | EEx d | Verfahren B |
|---|---|---|
| Spaltlänge L | 12,5 mm | 38,5 mm |
| Spaltweite D2 - D1 | 0,26 mm | 0,57 mm |




**4. Spalt mit Dichtung**

Ebener Spalt an einer Auflagefläche mit Dichtung

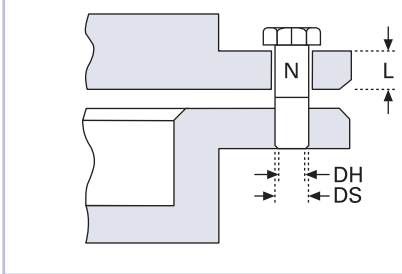
| Maximale Öffnungsweite O | Mindest-Dichtlänge W |
|---|---|
| 305 mm | 3 mm |
| 915 mm | 4,8 mm |
| > 915 mm | 9,5 mm |




**5. Ebener Spalt**

Ebener Spalt an einer Auflagefläche

| | EEx d | Verfahren B |
|---|---|---|
| Spaltlänge W | 5 mm | 22 mm |
| Spaltweite G | 0,05 mm | 0,22 mm |




**6. Spaltweite an Bolzen**

Maximal zulässiger Durchmesser-Unterschied zwischen dem gewindelosen Schaft des Bolzen N und der Bohrung im Gehäuse

| | |
|---|---|
| Mindest-Spaltlänge L | 12,5 mm |
| Max. zul. Spaltweite DS - DH | 0,26 mm |

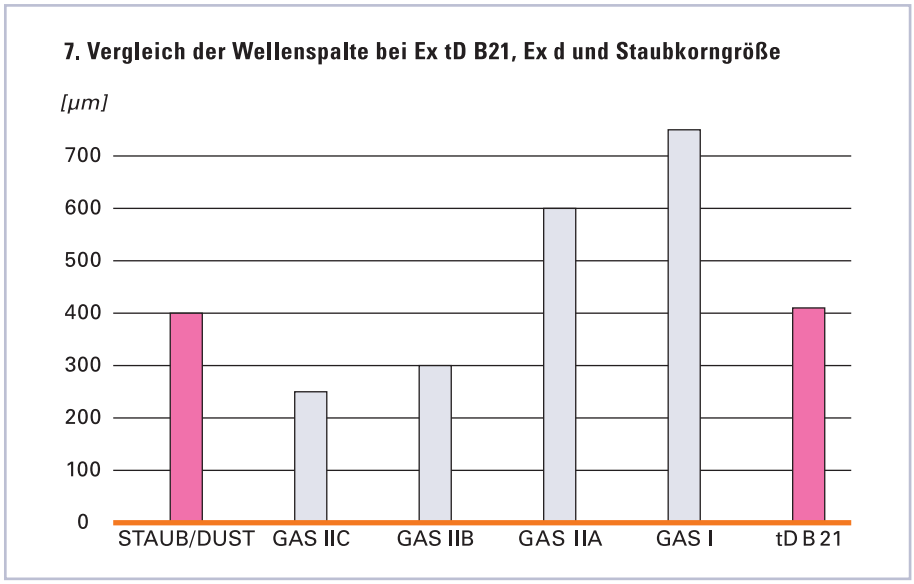



Bild 7: Vergleich der zulässigen Spaltweite bei Spaltlänge 25 mm für Explosionsgruppen I, IIA, IIB und IIC bei Zündschutzart EEx d (druckfeste Kapselung) mit den Krongrößen zündfähiger Stäube (STAUB/DUST) und mit der Spaltweite nach IEC und EN 61241-1 Verfahren B (tD B 21 bei Zone 21 und 22)

## 3 Prüfung der Staubdichtheit

Das ›Atmen‹ eines Gehäuses infolge des Erwärmungsspiels wird bei der beim Verfahren A angewandten IP-Prüfung nach DIN EN 60529 [3] simuliert, indem man im Gehäuse einen künstlichen Unterdruck erzeugt, der bis zum 2fachen des natürlichen Unterdrucks betragen kann [4]. Beim Verfahren B wird der Unterdruck durch Erwärmung bei Betrieb mit Bemessungsleistung und anschließende Abkühlung erzeugt.

**Prüfung mit Wärmezyklus**

1) Das Betriebsmittel muss in einer Prüfkammer ausreichender Größe aufgestellt werden, um während der Prüfdauer eine freie Zirkulation des Staub/Luft-Gemisches um den Prüfling zu ermöglichen (Bild 8). Für die gesamte Dauer der Prüfung muss eine Mischung aus geeignetem Staub und Luft mit einer Hilfseinrichtung ständig umgewälzt und in die Prüfkammer eingebracht werden. Die Korngröße des Staubes muss ein genormtes ASTM-Sieb Nr. 100 passieren (Maschenweite etwa 0,15 mm, wobei etwa 22 % der Menge durch ein ASTM-Sieb Nr. 200 (Maschenweite etwa 0,075 mm) hindurchpassen.
2) »Bei der vorstehend festgelegten Prüfung muss das Betriebsmittel mit der Bemessungsleistung betrieben werden bis die Höchsttemperaturen erreicht sind; anschließend wird es von der Versorgung getrennt, bis es sich auf Raumtemperatur abgekühlt hat. Es müssen mindestens sechs Erwärmungs-/Abkühlungszyklen in mindestens 30 h durchgeführt werden«. (Zitat aus EN 61241-1).

**Abnahmebedingungen**

Nach der Prüfung wird der Staub sanft abgekehrt; er darf nicht abgeblasen oder abgesaugt werden. Anschließend wird das Gehäuse geöffnet und sorgfältig auf möglicherweise eingedrungenen Staub untersucht. Es darf kein sichtbarer Staub in das Gehäuse eingedrungen sein. Staub in Spalten darf nicht als Fehler bewertet werden. ➔

Bild 8: Prüfung der Staubdichtheit durch 6 Zyklen Erwärmung/Abkühlung nach Verfahren B in IEC und EN 60241-1
(Quelle: Danfoss Bauer anlässlich einer früheren Abnahme durch UL)

**Begrenzte Dichtwirkung von Spalten**

In einer grundsätzlichen Versuchsreihe wurde die praktische Erfahrung bestätigt, dass Dichtspalte ohne zusätzliche Dichtmittel nur eine begrenzte Dichtwirkung haben können (Bilder 9 und 10). Die vollständige Versuchsreihe ist in [4] zu finden. Durch Bild 3 und die Abnahmebedingungen wird bestätigt, dass auch die Norm UL 674 nicht voll auf die Dichtwirkung von Spalten vertraut.

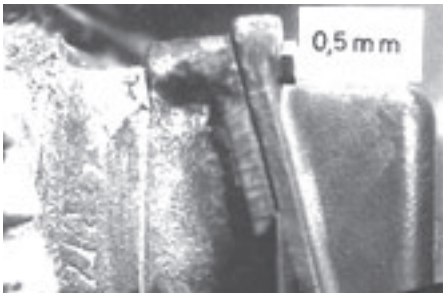



Bild 9: Einjustierung einer Spaltweite (z. B. 0,5 mm) zwischen den metallisch blanken Flächen von Klemmenkasten und Deckel

Bild 10: Versuchsergebnis bei der auf 0,05 mm reduzierten Spaltweite,
Prüfdauer etwa 200 Minuten

## 4 Thermische Prüfungen

Die Grundbedingungen für die Erwärmungsprüfung sind für die beiden Verfahren A und B in IEC und EN 61241-0 festgelegt: Sie sind aus EN 60079-0 für gasexplosionsgeschützte Betriebsmittel übernommen. Beim Verfahren B besteht jedoch die zusätzliche Anforderung, dass das Betriebsmittel mit der maximal auf ihm verbleibenden Staubmenge bedeckt sein muss. Alternativ darf eine 12,5 mm dicke Staubpaste oben auf das Betriebsmittel aufgebracht werden, um die Staubauflage nachzubilden. Diese Paste sollte aus den Gewichtsanteilen von 45 % Staub (z. B. Weizenmehl) und 55 % Wasser bestehen. Der Wert der Temperatur sollte nach dem Trocknen der Paste gemessen werden (Bild 11).

Bild 11: Prüfung der Erwärmung mit Staubbedeckung auf der Oberseite bei Verfahren B (dust blanket test) nach IEC und EN 61241-1 (Quelle: Danfoss Bauer anlässlich einer früheren Abnahme durch UL)

## 5 Kennzeichnung

Die beiden nachfolgenden Beispiele für die Kennzeichnung bei den Verfahren A und B sind an Abschnitt 9 von IEC und EN 61241-1 angelehnt. Die Unterscheidung der Verfahren ergibt sich aus den der Zone – hier 21 – vorangestellten Buchstaben.

Leider sind bei den im Parallelverfahren entstandenen Normen die spezifisch europäischen Festlegungen nicht berücksichtigt – diese ergeben sich aus der EU-Richtlinie ATEX 94/9/EG.

Das für die grundsätzlichen Regeln der Kennzeichnung zuständige CENELEC TC 31 hat sich leider erst sehr spät mit einheitlichen Festlegungen befasst.

| | |
|---|---|
| ABC Firma | Typ RST |
| Serien-Nr. 987654 | |
| N.A. 01/99999 | |
| Ex tD A21 T120 °C | |
| V A Hz | |
| kw r/min | |

| | |
|---|---|
| ABC Firma | Typ KLM |
| Serien-Nr. 123456 | |
| N.A. 01/99999 | |
| Ex tD B21 T170 °C | |
| V A Hz | |
| kw r/min | |

Bild 12: Kennzeichnungen

**Literaturhinweise**


1 EN 60241-1: Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust
Part 1: Protection by enclosures ›tD‹

2 DIN EN 61241-1 / VDE 0170/0171 Teil 15-1: Elektrische Betriebsmittel zu Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub, Teil 1: Schutz durch Gehäuse ›tD‹

3 DIN EN 60529/VDE 0470 Teil 1: Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)

4 Greiner, H.: IP-Schutzarten, Elektronische Publikation EP 102 (Danfoss Bauer GmbH / Katalog-CD)

# Explosionsschutz in den neuen EU-Mitgliedsländern

## Das Ölverladeterminal SC Klaipedos Nafta in Klaipeda/Litauen

von Thorsten Arnhold und Jonas Pilvelis

Bild 1: Explosionsgeschützter Hauptschalter in der Tankfarm

Klaipeda oder auch unter seinem alten deutschen Namen Memel bekannt, liegt an der litauischen Ostseeküste, direkt am Ausgang des kurischen Haffs. Bereits im 7. Jahrhundert besiedelt, wurde der Ort im 13. Jahrhundert vom Deutschen Orden erobert. Anschließend baute der Orden an dieser strategisch wichtigen Stelle die Memelburg. In den folgenden Jahrhunderten erlebte die Stadt eine wechselvolle und bewegte Geschichte und war seit 1939 als Litauische Sowjetrepublik Teil der UdSSR, bis schließlich 1991, wie überall in den baltischen Staaten, der Freiheitswille auch des litauischen Volkes siegte und die unabhängige Litauische Republik entstand.

Klaipeda besitzt den nördlichsten eisfreien Hafen an der Ostsee und bildet einen wichtigen Verkehrsknotenpunkt – immerhin beginnen hier die kürzesten Landverbindungen zu den wichtigen osteuropäischen Industrieregionen Russlands, der Ukraine und Weißrusslands.

Seit Mai 2004 gehört auch Litauen zur Europäischen Union. Dies birgt natürlich in erster Linie große Chancen für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung dieser jungen Republik, verlangt aber auch die Anpassung der nationalen Gesetze und Praktiken, unter anderem auch für Betriebssicherheit und Arbeitsschutz, an die entsprechenden Regelungen in der EU.

Anhand des Ölterminals von AB Klaipeda Nafta wird dokumentiert, wie man die neuen wirtschaftlichen Herausforderungen annimmt und wie man die Europäischen Richtlinien für den Explosionsschutz umsetzt.

**Klaipeda –ein Ölhafen mit einer langen Tradition**

Die Traditionen Klaipedas mit dem Ölgeschäft reichen bis ins Jahr 1916 zurück, in dem die damalige Asiatic Petroleum Company, welche später im Shell-Konzern aufging, die ersten Öltanks im Hafen der Stadt errichtete. Aus diesen Wurzeln entwickelte sich über die Jahrzehnte hinweg ein reges Geschäft mit dem Umladen und Zwischenlagern verschiedener Ölprodukte. In der UdSSR-Zeit war das 1959 errichtete Ölterminal der wichtigste Umschlagplatz für den devisenträchtigen Export des ›schwarzen Goldes‹ in den Westen.

Die Firma Klaipeda Nafta wurde im Jahr 1994 gegründet. Dabei handelt es sich um ein litauisch-amerikanisches Gemeinschaftsunternehmen. 1995 wurden große Teile der alten Anlage abgerissen und bis 2002 wieder neu und modern aufgebaut, ohne dass es dabei zu einer nennenswerten Unterbrechung des Betriebes kam.

In der Zwischenzeit wurde die Hafeneinfahrt auf 14 m vertieft, damit das Beladen von Tankschiffen mit einer Kapazität bis zu 100.000 t möglich ist.

Die Gesamtanlage ist in folgende Hauptteile aufgegliedert:

- den Be- und Entladebahnhof für Kesselwagen
- das Kesselhaus zur Dampferzeugung
- die Lagertanks für Rohöl und für Ölprodukte
- zwei Schiffsverladestationen im Ölhafen
- die Anlagen zur mechanischen und biologischen Abwasserbehandlung
- die Anlagen zur Öldampfverbrennung

Die Gesamtanlage umfasst 37,4 ha und besitzt eine Verarbeitungskapazität von 7,1 Millionen Tonnen Rohöl im Jahr.

**Der Be- und Entladekomplex**

Im Zuge der Modernisierung der Anlage wurde für den Be- und Entladekomplex für Züge insbesondere darauf Wert gelegt, dass die Umschlagkapazität mit den anderen Teilen der Gesamtanlage übereinstimmt und somit ein sicherer und kontinuierlicher Materialfluss gewährleistet ist.

Der Bahnhof besitzt eine maximale Aufnahmekapazität von 500 Kesselwagen, von denen in zwei viergleisigen Terminals bis zu 124 Wagen – 60 mit Leichtölprodukten und 64 mit Schwerölprodukten – gleichzeitig be- oder entladen werden können. Moderne Verladetechnologie, bei der das zu entladende Öl mit Hilfe von Heizöl in Wärmetauschern vorgeheizt wird, beseitigt einen früheren Nachteil der veralteten Anlage, der in der damals notwendigen Vermischung von Heizwasser mit dem Öl bestand. Spezielle Entladestationen für das Leeren von 120 t – Kesselwagen sorgen für eine Beschleunigung des Entladevorganges von mehr als 30 % gegenüber herkömmlichen Verfahren.

Die unmittelbare Umgebung der Kesselwagen ist wegen der Wahrscheinlichkeit eines gelegentlichen Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre als Zone 1 eingestuft. Hier sind explosionsgeschützte Befehlsgeräte zur Steuerung der Be- und Entladevorgänge, Sicherheitsschalter sowie druckfest gekapselte Hängeleuchten installiert. Der Rohstoffffluss wird mit druckfest gekapselter Durchfluss- und Füllstandsmesstechnik überwacht.

**Die Tankfarm, das Pipelinenetz und das Kesselhaus**

Insgesamt verfügt das Unternehmen über eine Lagerkapazität von 350.000 m³. Diese ist in 30 Lagertanks mit Fassungsvermögen von 5000 m³ bis 20.000 m³ aufgeteilt. Bei der Lagerung wird streng darauf geachtet, dass es zu keiner Vermischung unterschiedlicher Lieferungen (cargo-batches) kommt. Damit wird der Erhalt der ursprünglichen Lieferqualitäten und -quantitäten gewährleistet.

Jeder Tank ist mit einem computergesteuerten Messsystem ausgestattet, das eine schnelle Ermittlung der Lagermenge gestattet. Die Messfühler im Tank sind für die Zone 0 zugelassen und demgemäß in der Zündschutzart Eigensicherheit ›ia‹ ausgeführt.

Die Qualität des gelagerten Öles wird regelmäßig im Labor überprüft. Schwimmende Dächer in den Tanks zur Lagerung von Roh- und Leichtöl reduzieren das Verdampfen dieser Flüssigkeiten und die damit verbundene Umweltverschmutzung.

Über insgesamt 30 km elektrobeheizter und isolierter Rohrleitungen kann das Öl zu jeder Jahreszeit innerhalb der Anlagenteile transportiert werden. Der zum Öltransport benötigte Wasserdampf wird in einem neu errichteten Kesselhaus erzeugt, das über zwei Kessel zur Erzeugung von 84 Tonnen Dampf pro Stunde und einen Kessel zur Erzeugung von 18 Tonnen pro Stunde verfügt. Durch die Verwendung von Erdgas zur Dampferzeugung konnte die Schadstoffemission deutlich verringert werden. Zwar ist Erdgas teurer als das früher verwendete Heizöl, dafür konnte aber der jährliche Ausstoß von etwa 500 t Schwefelverbindungen eliminiert werden.

**Der Ölhafen**

Wie eingangs erwähnt, erlaubt die im Zuge der Erneuerung der Anlage erfolgte Vertiefung der Hafeneinfahrt jetzt das Betanken von Schiffen mit einer Kapazität bis zu 100.000 t.

Im Hafen selbst gibt es zwei Anlegestellen, die mit einer Vielzahl von modernen Ladearmen bestückt sind. Diese gestatten die Betankung von bis zu 2.000 m³ Leichtöl, 4.000 m³ Schweröl und 3.800 m³ Rohöl pro Stunde.

Die Umgebung der Verladearme ist wegen der Möglichkeit der Freisetzung von brennbaren Flüssigkeiten als Zone 1 eingestuft. Die Verladearmsteuerungen sind in der Kombination der Zündschutzarten Druckfeste Kapselung ›d‹ und Erhöhte Sicherheit ›e‹ ausgeführt. Zur Beleuchtung dienen druckfest gekapselte Hängeleuchten.

Das Terminal war eines der ersten in Europa, welches über eine Ausrüstung zur Verbrennung der flüchtigen organischen Substanzen verfügt. Diese werden aus den Tankern abgesaugt und zu 98 % zur Energiegewinnung verbrannt. Auch dies liefert einen beachtlichen Beitrag zum Umweltschutz.

Sämtliche Transportbewegungen vom Schiff in die Kesselwagen und umgekehrt laufen über eine Zwischenspeicherung in den Tanks und werden mit einem Prozessleitsystem überwacht und gesteuert.

**Wie werden die neuen Anforderungen der EU erfüllt?**

Als Litauen im Jahre 1991 ein freier und unabhängiger Staat wurde, konnte man von da an auch frei und zum eigenen wirtschaftlichen Nutzen über die Industrieanlagen verfügen, die sich im Land befanden. Der alte Ölhafen in Klaipeda war bereits im Jahr 1959 von der UdSSR Regierung als ein idealer Standort für den Ölumschlag im Exportgeschäft mit der westlichen Welt erkannt und zu einem für die damaligen Verhältnisse modernen Terminal und Lagerplatz ausgebaut worden. Schnell erreichte man deshalb den Status des besten Ölexporthafens der ehemaligen Sowjetunion. Die Umschlagkapazität stieg kontinuierlich von Jahr zu Jahr und erreichte ihren Höhepunkt mit einer Menge von 10,8 Millionen Tonnen pro Jahr.

Wie an vielen anderen Industriestandorten der UdSSR gingen diese Steigerungen der Umschlagkapazität nicht mit einer kontinuierlichen Wartung, Instandsetzung und Modernisierung der Anlage einher, so dass sie sich Ende der achtziger Jahre schließlich in einem derartig schlechten Zustand befand, dass selbst die zuständigen Stellen in Moskau sich entschließen mussten, Mittel für eine umfassende Modernisierung freizugeben. Diese fielen natürlich dann durch die litauische Unabhängigkeit weg. Aber auch die neue Regierung des Landes erkannte die hohe wirtschaftliche Bedeutung des Terminals und brachte so die erforderlichen Mittel auf.

Bild 2:
Explosionsgeschützte Sicherungsverteilung an den Ölverladestationen im Hafen

Durch die Rekonstruktion entstand eine der modernsten derartigen Anlagen in Europa. Obwohl erst Mitte der Neunziger Jahre die Verhandlungen über eine Aufnahme des Landes in die EU begonnen wurden, achtete man bereits damals streng auf die Einhaltung aller einschlägigen Europäischen Richtlinien. Seit dem Jahr 2001 wird durch ein jährlich stattfindendes Audit von Experten der BP kontrolliert und bestätigt, dass man alle erforderlichen Maßnahmen zur Sicherung des Arbeits- und Umweltschutzes EU-konform ausführt, also auch den Brand- und Explosionsschutz. Für letzteren sucht man auch gezielt die Unterstützung von Experten aus den alten EU-Ländern. Als Beispiel sei an dieser Stelle eine Schulung von Mitarbeitern aus den technischen Abteilungen durch Experten der R. STAHL Schaltgeräte GmbH im November 2003 erwähnt, auf der die beiden EU-ATEX-Richtlinien 94/9/EG und 99/92/EG sowie eine Vielzahl praktischer Aspekte des Explosionsschutzes elektrischer Betriebsmittel ausführlich behandelt wurden.

Gerade auf diesem sicherheitskritischen und komplexen Gebiet gibt es in Litauen und den anderen baltischen Republiken noch einen sehr großen Wissensbedarf. Man muss bedenken, dass in der Vergangenheit hier wie überall in der Sowjetunion die alten GOST-Standards galten (siehe Artikel auf Seite 14). Damit unterscheidet man sich zwar wenig von den anderen Beitrittsländern, wie Polen, Ungarn oder Tschechien, die auch von den Richtlinien und Standards abweichende nationale Normen hatten. Im Gegensatz zu diesen Ländern verfügte man aber nicht einmal über eigene nationale Prüfstellen als Beratungsinstanzen, denn diese befanden sich auf dem Territorium anderer Sowjetrepubliken.

Wie konkret die Umsetzung der verschiedenen EG-Richtlinien in den Beitrittsländern erfolgen soll und welche Einzelheiten Priorität haben, steht in den National Programms for the Adoption of the Acquis (NPAA), die 2001 u.a. zwischen Litauen und der EU vereinbart wurden. Dort ist auch die Frist festgelegt, in der die ATEX Richtlinie 99/92/EG, die den Betrieb explosionsgefährdeter Anlagen regelt, in Anlagen wie dem Ölterminal von Klaipeda verbindlich anzuwenden ist. Bei dem vorhandenen hohen technischem Niveau der Anlage und der gut ausgebildeten Belegschaft ist allerdings anzunehmen, dass man bei der Adaption dieser Richtlinie keine besonderen Probleme bekommen wird.

# EXAM

## Neuer Name, große Tradition

von Michael Wittler

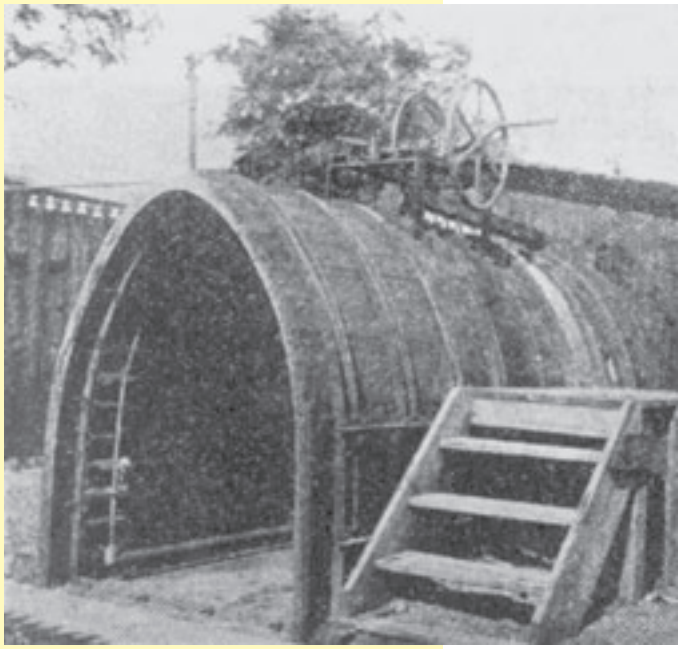


Bild 1: Frühe Versuchseinrichtung der BVS (1904)

Der Explosionsschutz steht im Mittelpunkt der Aktivitäten der EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH. In diesem relativ jungen Unternehmen hat der Explosionsschutz weit zurückreichende Wurzeln. In dem vorliegenden Beitrag, wird ausgehend von den historischen Ursprüngen, der Weg bis zu dem aktuellen Dienstleistungsspektrum der EXAM beschrieben.

Auf das Jahr 1894 ist die Genehmigungsbewilligung des Amtes Schalke zum Bau einer Versuchsanlage für die Untersuchung von Explosionsvorgängen datiert. Dieses Datum stellt somit den Beginn der Aktivitäten der Bergbau-Versuchsstrecke (BVS) dar, die damit weltweit eines der ältesten Institutionen ist, die dem Explosionsschutz dient. Unter dem Dach der Westfälischen Berggewerkschaftskasse, einer Gemeinschaftsorganisation der Betreibergesellschaften von Steinkohlengruben im Ruhrgebiet, wurden in der BVS systematisch Untersuchungen zur Entstehung, Ausbreitung und Verhinderung von Methan- und Kohlestaubexplosionen durchgeführt. Ausgangspunkt dieser Aktivitäten war eine erhebliche Zunahme von Explosionsereignissen im Steinkohlenbergbau im Laufe des 19. Jahrhunderts. Aufgrund der steigenden Industrialisierung wuchs der Bedarf an Energie. Größere Bergwerke mit zunehmenden Sprengaktivitäten, höherem

Mechanisierungsgrad und in der Folge auch beginnender Elektrifizierung stillten diesen Energiebedarf. Diese Produktivitätssteigerungen erhöhten aber auch die Anzahl von möglichen Zündquellen und zudem die während des Abbauvorgangs freigesetzten Mengen an Methan. Das Explosionsrisiko in den untertägigen Gruben wuchs folglich; tatsächlich waren zunehmend Methan- und Kohlestaubexplosionen mit vielen Toten zu beklagen. Der Druck der Öffentlichkeit auf die Betreiberorganisationen wuchs und in der logischen Konsequenz entstand letztendlich die BVS.

Die ersten Versuchsanlagen entstanden bei Gelsenkirchen-Schalke auf dem Gelände der Steinkohlenzeche Consolidation. Der Ort wurde gewählt, da hier für die vorgesehenen Versuche die Versorgung mit Grubengas (Methan) gegeben war. Dieses Gas stammte aus verlassenen und abgedämmten Grubenbauen und wurde über Rohrleitungen zu der Versuchseinrichtung geführt.

Zu den frühen Aktivitäten der BVS gehörten im wesentlichen Untersuchungen zur Sprengtechnik, die z. B. zum Verbot von Dynamit bei Sprengarbeiten in der Kohle führten. Ab 1902 wurden auch Untersuchungen an elektrischen Betriebsmitteln, wie z. B. Motoren, Transformatoren und Schaltgeräten (Bild 2), durchgeführt. Maßgeblich beeinflusst wurden diese Untersuchungen durch den damaligen Leiter der BVS, den Bergassessor Carl Beyling. Die damals untersuchten Geräteeigenschaften finden sich heute noch zum großen Teil in den Konstruktionsanforderungen zur weltweit anerkannten Zündschutzart ›Druckfeste Kapselung‹ wieder. So wurden in einer Veröffentlichung aus dem Jahre 1906 bereits Zündschutzkonzepte beschrieben wie die ›Drahtgewebe-Kapselung‹, die ›Labyrinth-Kapselung‹, die ›Rohrschutzkapselung‹, die ›Flanschenschutz-Kapselung‹ sowie die ›Plattenschutz-Kapselung‹. Darüber hinaus wurden z. B. auch Konstruktionsanforderungen zur ›Öl-Kapselung‹ beschrieben.

Einen weiteren Schwerpunkt der Aktivitäten der BVS bildeten Versuche zur selbstständigen Ausbreitung von Kohlestaubexplosionen. Hierzu wurden größere Versuchseinrichtungen notwendig. Da zudem auch das Grubengas am alten Standort nicht mehr in dem notwendigen Maß zur Verfügung stand, wurde die BVS ab 1908 verlegt. Der neue Standort wurde in Dortmund-Derne in der Nähe der Zeche Gneisenau gefunden. Auf dieser Zeche befand sich ein sogenannter Gasbläser, der das für die Versuche notwendige Grubengas mit hohem Methananteil über eine ca. 2 km lange Rohrleitung zu den Versuchseinrichtungen lieferte.

Weitere verheerende Grubenunglücke zu Beginn des letzten Jahrhunderts führten dazu, dass in Dortmund-Derne auch Maßnahmen zur Begrenzung einer bereits eingetretenen Explosion untersucht wurden. Für die praktischen Versuche an den Explosionssperren war der Bau von längeren Rohrstrecken notwendig. Um diese Erweiterungen finanziell breiter zu verteilen, trat – neben der Westfälischen Berggewerkschaftskasse – die Knappschafts-Berufsgenossenschaft, die spätere Bergbau-Berufsgenossenschaft, in die Trägerschaft der BVS ein.

Die Untersuchungen, die seit Beginn des letzten Jahrhunderts in Dortmund-Derne auf den verschiedenen Gebieten des Explosionsschutzes durchgeführt wurden, machten den Namen der BVS weltweit bekannt. In Deutschland führten diese Untersuchungen zu zahlreichen Bergbaupolizeiverordnungen, die unter Tage Maßnahmen in Bezug auf den Schlagwetterschutz regelten. Sie waren auch Basis

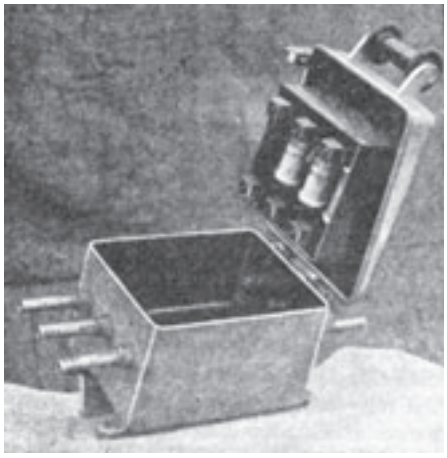


Bild 2: Schlagwettergeschützter Schalter (1903)

für die erste Norm über Bauartanforderungen für schlagwettergeschützte elektrische Betriebsmittel, die vom Verband der Deutschen Elektroingenieure (VDE) im Jahre 1912 veröffentlicht wurde. Durch Ergänzung von Bauartanforderungen für die chemische Industrie (Gruppe II) wurde im Jahr 1943 diese Norm dann zur gemeinsamen Norm für den Schlagwetter- und Explosionsschutz, der VDE 0170/0171.

Die Wirksamkeit der behördlichen Vorgaben und technischen Anforderungen an die eingesetzten Betriebsmittel zeigt sich daran, dass die Anzahl der jährlichen Explosionsereignisse bereits vor Ausbruch des ersten Weltkriegs einen vergleichbaren Stand wie in der Mitte des 19. Jahrhunderts erreicht hatte und in der Folgezeit kontinuierlich weiter reduziert werden konnte. Hierzu leisteten die Untersuchungen bei der BVS einen wesentlichen Beitrag, wobei sicherlich auch der internationale Austausch mit Einrichtungen in anderen Steinkohle fördernden Ländern hilfreich war. Zum Beispiel auf den regelmäßig durchgeführten internationalen Grubensicherheitskonferenzen fand so eine Art der frühen internationalen Normung statt.

Parallel zu der Entwicklung von Bauartanforderungen wurde durch Verordnungen die Notwendigkeit zur Prüfung und Zulassung von schlagwettergeschützten elektrischen Betriebsmitteln gefordert. Die BVS wurde zur anerkannten Prüfstelle. Das zeigt der kurze Abriss von Anerkennungen der BVS als Prüfstelle für schlagwettergeschützte Betriebsmittel. Diese reichen von 1912 durch das Land Westfalen, 1934 durch das Land Preußen bis 1942 durch das Deutsche Reich. Die letztgenannte Benennung wurde 1943 auch auf die explosionsgeschützten Betriebsmittel der Gruppe II ausgedehnt. Nach dem zweiten Weltkrieg setzen sich die Anerkennungen bzw. Notifizierungen als Prüfstelle für schlagwetter- und explosionsgeschützte Betriebsmittel fort, zuerst durch das Land Nordrhein-Westfalen (1948) und durch das Saarland (1959) bis hin zur Benennung im Rahmen der ersten europäischen Harmonisierungsrichtlinien 1980 bzw. 1983. Ab 1980 war die BVS in Deutschland auch für die Bauartzulassung der staubexplosionsgeschützten elektrischen Betriebsmittel für die Zone 10 zuständig. In dieser Auflistung bleibt abschließend zu vermerken, dass auch unter der heute gültigen Richtlinie 94/9/EG (ATEX) die BVS selbstverständlich von Beginn an aktiv ist – mit über die Prüfung elektrischer Betriebsmittel erweitertem Tätigkeitsspektrum. Dies wird aber nachstehend im Rahmen der Beschreibung der EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH vertieft. ➔

Bild 3: Gelände der BVS in Dortmund-Derne vor dem Umzug

Bild 4: EXAM Büro- und Laborgebäude in Bochum

Obwohl die Gebäude der BVS im zweiten Weltkrieg weitgehend zerstört wurden, wurde der reguläre Prüf- und Untersuchungsbetrieb schnell wieder aufgenommen. In den Folgejahren wurden die Einrichtungen kontinuierlich erweitert. Auf dem Foto (Bild 3) ist das Gelände der BVS in Dortmund-Derne dargestellt, wie es sich etwa ab 1980 präsentierte. In dieser Zeit erreichte die Mitarbeiterzahl mit über 100 ihren vorläufigen Höchststand; die Aktivitäten rankten sich um die Schwerpunkte Explosionsschutz elektrischer und nicht-elektrischer Betriebsmittel sowie der Sprengtechnik. Bildeten bei der Prüfung elektrischer Betriebsmittel bis Mitte der 70er Jahre energietechnische Geräte, wie Motoren und Schaltgeräte, sowie Leuchten in den Zündschutzarten Druckfeste Kapselung ›d‹ und Erhöhte Sicherheit ›e‹ die Mehrzahl, so gewannen Geräte der Steuer- und Regelungstechnik vornehmlich in der Zündschutzart Eigensicherheit ›i‹ zunehmend an Bedeutung.

Um dem zurückgehenden Steinkohlenbergbau in Deutschland Rechnung zu tragen, wurde im Jahr 1990 die Westfälische Berggewerkschaftskasse mit anderen Organisationen des deutschen Steinkohlenbergbaus zur Deutschen Montan Technologie (DMT) fusioniert; die BVS wurde weitgehend unverändert zu einem Bestandteil der DMT. Ein nächster Meilenstein für die BVS wurde zu Beginn des Jahres 2002 der Umzug aller Büros und des größten Teils der Versuchseinrichtungen von Dortmund-Derne in die Nachbarstadt Bochum. Seitdem finden die wesentlichen Aktivitäten der BVS an dem neuen Standort statt; nur das Außenprüffeld für Explosionsversuche an Anlagenteilen, wie z. B. Druckentlastungseinrichtungen oder Explosionsentkopplungseinrichtungen, befindet sich weiterhin am Standort in Dortmund-Derne. In der Rückschau war der Zeitraum, in dem die BVS innerhalb der DMT eingebunden war, vergleichsweise kurz. Aufgrund einer Neuausrichtung der DMT wurde 2003 die BVS zusammen mit einigen weiteren prüfungsorientierten Betriebsteilen ausgegliedert.

Zum 01.06.2003 wurde die EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH (info@bg-exam.de) gegründet. Hauptgesellschafter der EXAM ist die Bergbau-Berufsgenossenschaft, die sich auch bereits vor 1990 und vor der Entstehung der DMT in der Trägerschaft der BVS befunden hatte. Eine Minderheitsbeteiligung verblieb bei der DMT. Heute stellt sich die EXAM mit ca. 80 Mitarbeitern als unabhängiger Technologiedienstleister für die Prüfung und Zertifizierung von Bauteilen und Geräten sowie für die Beratung und Beurteilung industrieller Risiken mit dem Schwerpunkt im Explosionsschutz dar.

Das Prüfen und Zertifizieren, insbesondere als ›Notified Body‹ auf Basis europäischer Richtlinien, bilden den Kern der Aktivitäten der EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH. Hauptsächlich auf der Grundlage der Richtlinie 94/9/EG-Explosionsgeschützte Geräte und Schutzsysteme, darüber hinaus aber auch unter der Richtlinie 89/686/EWG-Persönliche Schutzausrüstungen sowie für Bergbaumaschinen unter der Maschinenrichtlinie 98/37/EG ist die EXAM notifiziert. Wichtig ist hier anzumerken, dass die EXAM den kompletten Umfang der Benennungen von der DMT übernommen hat und damit auch unter der alten Kennnummer 0158 von der Europäischen Kommission weitergeführt wird.

Eine umfassende Benennung hält die EXAM unter der ›ATEX‹-Richtlinie 94/9/EG. Dies bedeutet, dass elektrische und nicht-elektrische Einrichtungen für gas- und staubexplosionsgefährdete Bereiche (Gruppe II) und grubengasführende Bergwerke (Gruppe I) sowie Gaswarngeräte geprüft und zertifiziert werden. Die Prüfung der Gaswarngeräte stammt nicht aus dem historisch gewachsenen BVS-Zweig, hat aber ebenfalls weit zurückreichende Wurzeln. Dieser Bereich der EXAM ist aus der Prüfstelle für Grubenbewetterung hervorgegangen, die ebenfalls unter dem Dach der Westfälischen Berggewerkschaftskasse betrieben wurde und deren Ursprünge bis auf das Jahr 1903 zurückreichen. Neben grundsätzlichen Untersuchungen zur Bewetterung, wie die Belüftung im Bergbau bezeichnet wird, befasste sich die Prüfstelle für Grubenbewetterung auch mit der Prüfung von Messgeräten zur Überwachung verschiedener wettertechnischer Daten, wie z. B. der Methan-Konzentration. Heute werden hier Gasmess- und Gaswarngeräte geprüft, die ebenfalls unter die Richtlinie 94/9/EG fallen, wenn sie zur Messung von explosionstechnisch relevanten Daten dienen.

Die BVS findet sich innerhalb der EXAM durch die beiden Fachstellen für den Explosionsschutz elektrischer und nicht-elektrischer Betriebsmittel wieder. Hier werden Komponenten, Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen geprüft. Auf der Basis dieser Prüfungen werden die ATEX-Zertifikate erstellt, die in der Zertifikatsnummer das Kürzel BVS tragen – wie es in Bescheinigungen der BVS seit vielen Jahrzehnten verwendet wurde. Im Gegensatz zu früheren

Bild 5: Explosionskammer (Volumen: 56 m³) zur Prüfung der Druckfesten Kapselung ›d‹

Bild 6: Explosionsversuch im Außenprüffeld in Dortmund-Derne

Zeiten findet die Prüfung heute in modernen Büro- und Laborräumen am Standort in Bochum statt (Bild 4).

In den Laborräumen zur Prüfung an elektrischen Betriebsmitteln finden sich umfangreiche Einrichtungen mit teilweise einzigartigem Charakter. Beispielhaft seien hier die Prüfeinrichtungen für Explosionsprüfungen an Betriebsmitteln der Zündschutzart Druckfeste Kapselung ›d‹ zu nennen. Beginnend mit der mit 56 m³ weltweit größten Explosionskammer (Bild 5) stehen für die unterschiedlichen Prüflingsgrößen zugeschnittene Explosionskammern zur Verfügung.

Für die Prüfung eigensicherer Stromkreise sind Prüfeinrichtungen vorhanden, mit denen Prüfungen bei höheren Frequenzen oder auch höheren Strömen im Vergleich zu standardmäßigen Funkenprüfeinrichtungen möglich sind. Nahezu alle Prüfungen, die in den verschiedenen Zündschutzarten gefordert sind, können mit den vorhandenen Einrichtungen durchgeführt werden. Darüber hinaus betreibt die EXAM ein durch eine zuständige Stelle anerkanntes Labor für EMV-Prüfungen.

Für die Prüfung an nicht-elektrischen Geräten oder Komponenten steht das Außenprüffeld, das sich weiterhin in Dortmund-Derne befindet, im Vordergrund. Hier können Explosionsversuche im Originalmaßstab an Schutzsystemen, industriellen Apparaten und Einrichtungen, wie z. B. Filter und Mühlen, durchgeführt werden (Bild 6). Vielfältige Versuchs- und Prüfeinrichtungen in Form von Behältern mit Volumina bis 50 m³ und Rohrleitungen mit bis zu 2.500 mm Nennweite und 200 m Länge stehen zur Verfügung. Am Hauptstandort in Bochum befinden sich weitere Prüfeinrichtungen zur Bestimmung von Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben, Gasen und Dämpfen sowie zur Bewertung von elektrostatischen Eigenschaften von Geräten und Anlagen.

Der Schwerpunkt der Tätigkeiten im Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel liegt auf der Prüfung und Zertifizierung von Komponenten, Geräten und Systemen. Wurden früher im wesentlichen nur Bergbau-Betriebsmittel der Gruppe I geprüft, bilden heute gas- und staubexplosionsgeschützte Geräte der Gruppe II die Mehrzahl. Diese Prüfungen fließen überwiegend in die europäischen Zertifikate auf Basis der Richtlinie 94/9/EG ein; darüber hinaus dienen sie in Zusammenarbeit mit internationalen Partnern auch als Basis für nationale Zulassungen z. B. in USA, Japan und China. Zunehmend an Bedeutung gewonnen haben Prüfungen und Zertifizierungen im Rahmen des weltweit agierenden IECEx-Scheme´s, einem Abkommen zur Vereinheitlichung von Prüfungen und Zertifizierungen auf der Basis von IEC-Normen. Im IECEx-Scheme´s war die BVS Gründungsmitglied, die Akkreditierungen als anerkannte Prüf- und Zertifizierstelle wurden problemlos von der DMT auf die EXAM übertragen.

Selbstverständlich führt die EXAM für Hersteller auch die unter der Richtlinie 94/9/EG geforderten Auditierungen der Quali- ➔

tätssicherungssysteme durch. Eine weitere Spezialität der EXAM – die nicht ausschließlich auf den Explosionsschutz beschränkt ist – ist die Funktionsprüfung von sicherheitsrelevanten Systemen und Schutzeinrichtungen.

Im Explosionsschutz nicht-elektrischer Betriebsmittel umfasst das Tätigkeitsspektrum neben der Prüfung und Zertifizierung von nicht-elektrischen Geräten, Komponenten und Schutzsystemen nach Richtlinie 94/9/EG die Hilfeleistung bei der Umsetzung der Betriebssicherheitsverordnung. Mit der Betriebssicherheitsverordnung wurde neben anderen europäischen Richtlinien die ATEX Richtlinie 99/92/EG ins deutsche Recht umgesetzt. Dies umschließt z. B. die Unterstützung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung, der Zoneneinteilung und der Erstellung des Explosionsschutzdokuments für die Industrie und auch für Versicherungen und Behörden.

Zusammen mit den Einrichtungen zur Prüfung von Gaswarngeräten wird der Explosionsschutz somit umfassend abgedeckt. Darüber hinaus werden allerdings noch einige weitere Dienstleistungen durch die EXAM angeboten, die der Vollständigkeit halber hier zum Schluss kurz aufgezählt werden: Ebenfalls auf der Basis einer europäischen Richtlinie werden Persönliche Schutzausrüstungen gegen die unterschiedlichen Gefährdungen geprüft. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Baumusterprüfung von Atemschutzeinrichtungen, z. B. für Feuerwehren. Spezielle Einrichtungen für den Bergbau, z. B. der hydraulische Schreitausbau, werden nach der Maschinenrichtlinie geprüft. Der Kreis zu den Ursprungsaktivitäten der BVS schließt sich mit dem letzten Punkt dieser Aufzählung. Im Rahmen der Begutachtung von Sprengtechniken und Ausbildung in dieser Technik ist die EXAM weiterhin für den Steinkohlenbergbau und die Steine- und Erdenbetriebe tätig.

Abschließend bleibt zu vermerken, dass die EXAM auf allen Gebieten allgemeine und auch speziell zugeschnittene Seminare anbietet, die teilweise durch Demonstrationsversuche ergänzt werden (Bild 7).

Die EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH hat trotz des neuen Namens weit in die Vergangenheit zurückreichende Wurzeln. Innerhalb dieser jungen Firma lebt insbesondere die BVS, eine Organisation des Explosionsschutzes mit großer Tradition, weiter – nicht nur als Kürzel in den Zertifikatsnummern.

Bild 7: Demonstration einer Explosion

# absolut sicher

**Operator Interfaces** _ von R. STAHL HMI Systems erfüllen die strengen Anforderungen der **FDA 21 CFR part 11** Richtlinien bei industriellen Standardanwendungen und beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen. Das neue, erweiterte ID- und Passwortsystem kontrolliert, protokolliert und archiviert alle Zugriffe, Aktionen und Projekte der autorisierten Benutzer. Jeder Projekt- und Prozessverlauf kann im Audit Trail, der über den OPCom-FDA-Server in eine ODPC-Datenbank gespeichert wird, nachvollzogen werden. R. STAHL HMI Systems bietet hierfür zwei unterschiedliche, FDA konforme Produktreihen, die Visu- und die Graphic-Reihe. Die Kompatibilität zu Vorgängermodellen erlaubt eine problemlose Auf- und Umrüstung bestehender Anlagen.

STAHL

Ihre Fragen beantworten wir gerne
und unsere Broschüren senden wir Ihnen auf Wunsch sofort zu.
R. STAHL HMI Systems GmbH, 50767 Köln
+49 221 59808-200 oder www.stahl-hmi.de

# Zwischen Tank, Tor und Terminal

## Bedien- und Beobachtungssysteme im Tankfarm-Management

von Horst Friedrich

Bild 1: Tankvorgang in einer Tankfarm

Zahlreiche Vorgänge werden in Tankfarmen an lokalen Bediengeräten erfasst und abgewickelt. Viele Eingaben müssen übergeordneten Systemen zur Verarbeitung überstellt werden. Dies schließt auch Sicherheitsvorkehrungen ein, um etwa Zugriffe erst nach Prüfung zentraler Datenbanken freizugeben. Bediengeräte von R. STAHL bieten dazu komfortable und flexible Funktionen zur Datenerfassung und -anzeige und lassen sich über die herstellerunabhängige Software-Schnittstelle OPC eng an die Betriebs- und Leitebene koppeln. Sicherheitsfunktionen, vom einfachen Zugangskontrollsystem bis hin zum umfassenden, detaillierten elektronischen Protokoll aller Bedienvorgänge, können dabei über einen neu entwickelten OPCom-FDA-Server realisiert werden.

Bedien- und Beobachtungssysteme finden sich in Tankfarmen an vielen Stationen. Sie zeigen Betriebsarten an, verschaffen den Überblick über die Füllstände von Behältern, stellen Durchflussmesswerte von Leitungen dar und informieren über Umweltbedingungen, wie z. B. Temperaturschwankungen, in sensiblen Anlagenbereichen. Auch als Kontrollsysteme werden sie vielfältig eingesetzt – von der Freigabe der Befüllung eines Tanklasters bis zur Autorisation seiner Ausfahrt vom Gelände. Ladungen werden an Bediengeräten mit Chargen- und Mengenangaben ein- und ausgebucht, Lagerfristen oder Auftragsdetails, wie Termine und Bestimmungsorte, werden abgefragt, angezeigt oder eingegeben. In Tankfarmen, in denen brennbare Stoffe, die eine explosionsfähige Atmosphäre bilden können, disponiert werden, muss die Bedientechnik nicht nur flexible Funktionen bieten, sondern sehr oft auch explosionsgeschützt ausgelegt sein. Gefahrgut in diesem Sinne sind längst nicht nur Rohbenzine und Raffinate für die chemische und petrochemische Industrie, sondern auch manche Ausgangssubstanzen für pharmazeutische Produkte, die in Drucktanks vorgehalten werden. Selbst in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie findet eine Reihe von Stoffen Verwendung, deren Handhabung mit Risiken bis hin zur Explosionsgefahr verbunden ist.

**HMI-Lösungen passend auslegen**

Neben dem Schutzniveau zählt zu den Schlüsselkriterien bei der Entscheidung für ein Bediengerät vor allem die geforderte Leistungsfähigkeit, die je nach Anwendungsprofil ganz unterschiedlich ausfallen kann. Nicht jeder Einsatzzweck setzt Farbumschläge, Animationen oder andere aufwändige Visualisierungen voraus – in manchen Fällen genügt auch ein schlichter Bargraf mit ein paar Kennzahlen, um schnell den nötigen Überblick zu bekommen und einfache Bedienschritte durchführen zu können. Beachtung verdient zudem, dass abseits der Gefahrzonen an vielen Standorten Kosten eingespart werden können, indem in sicheren Bereichen Bediengeräte in Standardausführungen installiert werden. Weder explosionsgeschützte und nicht-explosionsgeschützte Systeme noch unterschiedlich leistungsfähige Operator Interfaces dürfen sich jedoch in der Handhabung so stark unterscheiden, dass die Verwendung mehrerer Typen aufwändig ist und damit erhebliche Folgekosten bedingt. Explosionsgeschützte und nicht-explosionsgeschützte Standard-Bediensysteme von R. STAHL HMI Systems bauen daher auf einer gemeinsamen Hard- und Softwarebasis auf. So bleibt eine durchweg einheitliche Programmierung, Parametrierung und Bedienung gewährleistet.

**Typisches Tankfarm-Bedieninterface**

Für einen Großteil der typischen Anwendungen zwischen Tank, Tor und Terminal ist besonders das Exicom ET-125 prädestiniert (Bild 3). Sein Display stellt bis zu elf Zeilen Text oder Bitmap-Grafiken dar. Die Anzeige ist zum Beispiel an Ver- und Entladestationen dank bis zu 30 mm großer Zeichen und einer zuschaltbaren Hintergrundbeleuchtung selbst aus größerer Distanz noch gut erkennbar. Ein Außeneinsatz ist auch unter extremen klimatischen Bedingungen möglich, da das Gerät problemlos bei Temperaturen von -20°C bis +70°C betrieben werden kann. Die Front besteht aus Kunststoff mit Polyesterfolie und Glas (IP 65). Neben einem alphanumerischen Tastenfeld verfügt das Operator Interface über 8 Softkeys und ➔

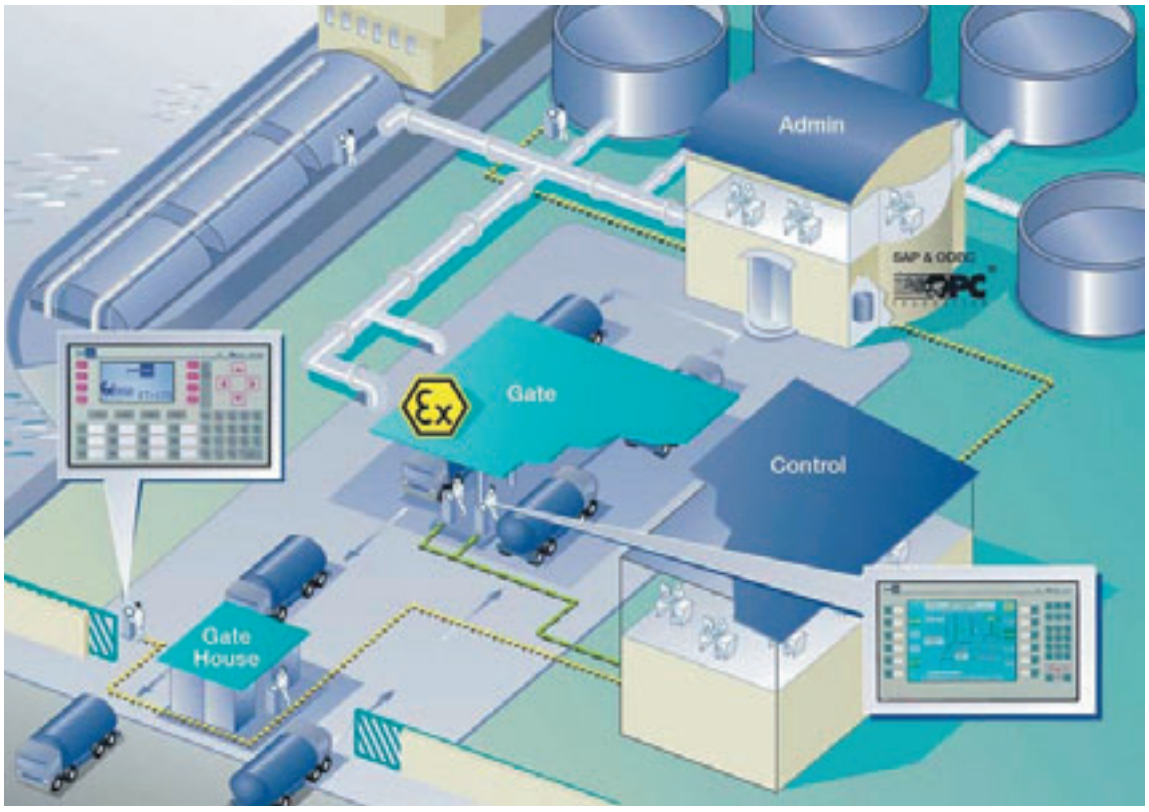



Bild 2: Im Tankfarmmanagement werden Bedien- und Beobachtungsgeräte an vielen Stationen zwischen Tank, Tor und Terminal eingesetzt

Bild 3: Das explosionsgeschützte grafische Bediengerät Exicom ET-125 ist unter anderem mit Magnetkartenleser lieferbar

16 Funktionstasten, von denen 12 mit LEDs versehen sind. 25 dynamische Elemente pro Seite können angezeigt werden. Auch Fließkommazahlen, die besonders für Regelkreisbilder wichtig sind, werden dargestellt. Das ET-125 besitzt eine Echtzeituhr, einen Histogrammspeicher für maximal 1.000 Einträge sowie ein integriertes Alarm-Management für bis zu 512 Störungen. In drei Sprachen erlaubt das Gerät die Projektierung von 100 Prozessseiten. Das ET-125 erfüllt die ATEX-Richtlinie 94/9/EG für die Kategorie 2 für durch Gase und Stäube gefährdete Bereiche mit der Kennzeichnung II 2G/D EEx ia T4 (Zone 21 in Vorbereitung) sowie FM Class 1 Div 1 (in Vorbereitung). Bei Bedarf kann es mit geschirmter und geschützter Verkabelung ausgestattet und in Feldgehäuse installiert werden. Zusätzlich ist für das ET-125 – wie auch für die übrigen explosionsgeschützten Gerätetypen von STAHL – Spezialperipherie von der Ex-Heizung bis hin zu unterschiedlichen Barcode-, Magnetkartenlesern oder Funktransponder-Empfängern erhältlich.

**Daten für alle Ebenen**

Die Effizienz lokaler Bediengeräte hängt neben der Handhabung vor allem von deren Anbindung an übergeordnete Systeme ab. Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit der Datenübermittlung haben unmittelbare oder mittelbare Konsequenzen für beinahe alle betrieblichen Abläufe. So sind beispielsweise bei An- und Auslieferungen lokale Bedienvorgänge längst nicht nur für den Umschlag der Ladung relevant. Die dabei anfallenden Eingaben müssen auch anderswo im Unternehmen lückenlos und kurzfristig zur Verfügung stehen. Je nahtloser der Datenabgleich mit der Leitebene erfolgt, desto schneller können nicht zuletzt Rechnungen gestellt, und desto präzisere und aktuellere Kennzahlen über Bestände und Auslastungen, Bearbeitungszeiten oder Defekthäufigkeiten liegen vor. Bedien- und Beobachtungsgeräte sollten also neben den eigentlichen Abfertigungsdaten vollständige Alarm-, Meldungs- und Ereignisprotokolle für ihre Anlagenbereiche erheben und sie den Leitsystemen in einem geeigneten Format übergeben.

**Voll vernetzt via OPC**

Exicom- und ProVicom-Bediengeräte erlauben einen Datenaustausch mit SAP-Systemen ebenso wie eine Anbindung an ERP-Anwendungen oder an Datenbanken via ODBC-API. Für die Zusammenarbeit mit einer Vielzahl unterschiedlicher Softwareapplikationen – von großen Datenbanksystemen bis zu Office-Anwendungen, der Unternehmensleitebene oder SCADA-Systemen – kann dazu die herstellerunabhängige Softwareschnittstelle OPC genutzt werden. OPC (OLE for Process Control) beruht auf den Microsoft-Techniken COM und DCOM für verteilte Anwendungen innerhalb eines Rechners bzw. Rechnerverbundes. Als Add-On zu R. STAHL's Projektierungssoftware SPSPlusWIN ist das OPCom-Paket erhältlich, das passende Treiber für alle Anwendungsfälle bereitstellt (Bild 4). Die Einrichtung und Konfiguration zum Beispiel eines Modbus-OPC-Servers, wie er für viele SCADA-Systeme erforderlich ist, kann so interaktiv mit nur wenigen Mausklicks vorgenommen werden.

**Beispiel Zugangskontrolle**

Eine häufige Tankfarm-Anwendung ist die Zugangskontrolle: Verschiedene Bereiche sind über Bediengeräte gesichert, an denen sich Benutzer identifizieren müssen. Neben der Verwaltung der abgestuften Zugangsberechtigungen werden die tatsächlich erfolgten Freigaben von einem SCADA-System (Supervisory Control and Data Acquisition) protokolliert. Die Bildschirmansichten und Eingabemasken dazu werden mit SPSPlusWIN erstellt. Ein OPC-Server sorgt dafür, dass über die Tastatur per Touch Screen oder Kartenleser gewon-

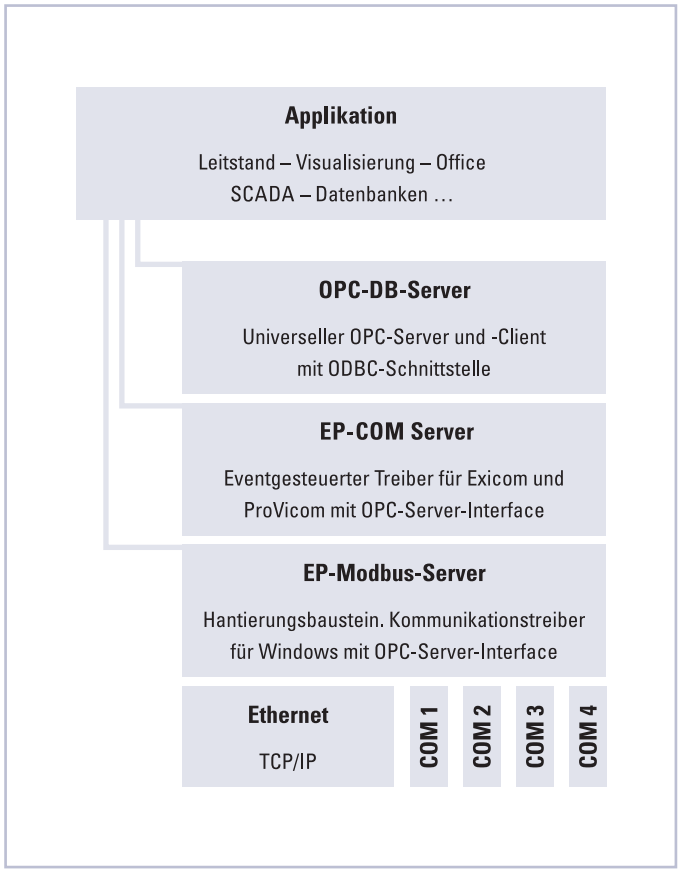



Bild 4: OPCom bietet Schnittstellen zur Leitebene und erlaubt einen umfassenden Datenaustausch mit Softwareapplikationen und Datenbanken

nene und zunächst im Bediengerät abgelegte Daten auch von anderen Stellen innerhalb der Unternehmens-Inforfationstechnik direkt zugänglich sind. Zum OPCom-Paket gehört zudem ein OPC-DB-Server, der die Anbindung an Datenbanksysteme wie Oracle und MySQL ermöglicht. Die Konfiguration sämtlicher OPC-Schnittstellen und die Verbindung mit den Bildschirmseiten der Visualisierung erfolgt einheitlich in SPSPlusWIN. Nachdem ein Projekt mit der Visualisierung für ein Zielgerät, den Alarmen, Variablen etc. erstellt wurde, kann es per Drag&Drop in ein OPC-Server-Projekt eingesetzt werden, in dem zuvor alle gewünschten Schnittstellen dem Geräteprojekt zugewiesen wurden. Alle am Bediengerät konfigurierten Prozessverbindungen stehen so auch anderen Applikationen zur Verfügung. Mit dem OPC-Server und OPCom, die die Kommunikation bei der Zugangsautorisation abwickeln, entfallen konventionelle – etwa VT-100-basierende – Anbindungen an den Leitstand.

**Auf Wunsch FDA-gerecht**

Die Operator Interfaces von R. STAHL unterstützen außerdem im Zusammenspiel mit einem neu entwickelten OPCom-FDA-Server sowie einer geeigneten Datenbank eine lückenlose, rückverfolgbare und manipulationssichere Dokumentation sämtlicher Bedienvorgänge. Damit arbeiten die Bediengeräte als geschlossene Systeme im Sinne der Richtlinie FDA 21 CFR Part 11, die vielleicht die umfassendsten Dokumentationsvorschriften für die computergestützte Automatisierung in industriellen Anwendungen enthält. Parallel zur Schnittstelle zum Automatisierungssystem kommunizieren die HMI-Geräte direkt über Ethernet oder via SPS mit einer OPC-Workstation im Netz. Über den OPCom-FDA-Server werden dort beispielsweise Zugriffe autorisiert oder fallweise elektronische Nutzersignaturen authentifiziert und protokolliert. Der Server nimmt einerseits die Eingaben an den Bedienstationen entgegen und konsultiert auf der anderen Seite eine kundeneigene zentrale Nutzerverwaltung. Sowohl die Übergabe von elektronischen Signaturen (Electronic Signaturs) als auch die Übertragung vollständiger Datensätze eines Vorgangs (Electronic Records) – etwa an eine vorhandene SQL-Datenbank – erfolgt via ODBC-Schnittstelle. Das System gewährleistet so insgesamt einen Audit Trail im Sinne der FDA-Norm.

**Fazit**

Bediengeräte an Zugangskontrollen, Ausgabestationen oder in Lagern von Tankfarmen müssen nicht nur eine Vielzahl von Betriebs- und Auftragsinformationen erfassen und anzeigen, sondern diese Daten vor allem schnell, umfassend und komfortabel mit Servern und Softwareanwendungen der Betriebs- und Leitebene austauschen können. Die notwendige leistungsfähige Ankopplung der Operator Interfaces an die Leitebene und an Verwaltungs- oder Sicherheitsdatenbanken übernimmt das OPCom-Paket für die Projektierungssoftware SPSPlusWIN, das eine einheitliche OPC-Client-Server-Architektur schafft. Überdies eignen sich die Bediengeräte in Verbindung mit dem optionalen OPC-FDA-Server selbst für Anlagen, die nach der FDA-Richtlinie 21 CFR Part 11 validiert werden müssen.

# Selbstentzündung von Stäuben und Schüttgütern bei vermindertem Sauerstoffgehalt

von Martin Schmidt, Marcus Malow, Christian Lohrer und Ulrich Krause

Bild 1: Diese Mehlstaubexplosion fand bereits 1979 statt und forderte 14 Menschenleben. 17 weitere Personen wurden verletzt, und es entstand ein Sach- und Produktionsausfallschaden von weit über 130 Mio. DM (Bildnachweis: BGIA GESTIS-STAUB-EX Datenbank)

## 1. Problemstellung

Verfahrenstechnische Prozesse mit brennbaren Schüttgütern oder Stäuben, wie z. B. Trocknung, Umschlag oder Lagerung, werden häufig bei vermindertem Sauerstoffgehalt betrieben, um die Zündung und Brandausbreitung im Schüttgut zu verhindern. Die Kenntnis des zulässigen Volumenanteils von Sauerstoff im Sauerstoff/Inertgas-Gemisch ist dafür eine unabdingbare Voraussetzung. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurden deshalb experimentelle Untersuchungen zur Selbstentzündung von insgesamt fünf verschiedenen industriellen Stäuben bzw. Schüttgütern bei reduziertem Sauerstoffgehalt vorgenommen.

Seit langem ist die Tatsache bekannt, dass die Selbstentzündungstemperaturen (SET) von Feststoffschüttungen von der charakteristischen Abmessung der Schüttung, dem Volumen/Oberflächen-Verhältnis V/A, abhängen [1]. Weniger untersucht ist die Abhängigkeit der SET vom Sauerstoff-Volumenanteil in der Umgebung einer Schüttung.

Frühere Untersuchungen von BOWES und THOMAS [2] zeigten für Holzstaub (Sägemehl) eine Zunahme der SET mit abnehmendem Sauerstoff-Volumenanteil (bei vorgegebenem Probenvolumen) im Bereich von 30 % bis 4 % $O_2$-Anteil im Gemisch mit Stickstoff.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden experimentelle Untersuchungen zur Selbstentzündung bei vermindertem Sauer-

stoff-Volumenanteil an Braunkohlenstaub, Korkmehl, Waschmittel-Grundstoff sowie einem Vitamin $B_2$-Staub durchgeführt.

## 2. Versuchsaufbau und -durchführung

Zur Untersuchung des Selbstentzüdungsverhaltens von Stäuben nach VDI-Richtlinie 2263 [3] werden üblicherweise Labortrockenschränke verwendet, deren innerer Rauminhalt zwischen 50 und 120 Litern liegt und die bis 300 °C beheizt werden können. Es werden sowohl Trockenschränke mit freier als auch mit erzwungener Lüftung verwendet. Zur Erzielung des gewünschten Sauerstoff-Volumenanteils in der Umgebung der Staubprobe wurde eine zweite Kammer aus Stahl in den Trockenschrank eingebaut, die abgedichtet und während der Versuche durch einen Federmechanismus verschlossen gehalten wurde. Diese Kammer wurde mit dem Sauerstoff/Stickstoff-Gemisch der gewünschten Zusammensetzung gespült. Die Versuchsanordnung ist in Bild 2 dargestellt.

Das Sauerstoff/-Stickstoff-Gemisch der gewünschten Zusammensetzung wurde in einer Mischanlage außerhalb des Trockenschrankes erzeugt.

Mit Hilfe eines Sauerstoffanalysators vom Typ Servomex wurde der Volumenanteil des Sauerstoffs in der inneren Kammer kontinuierlich gemessen. Der Volumenstrom des Spülgases wurde mit einem Schwebekörper-Durchflussmesser ebenfalls kontinuierlich gemessen. Um eine Angleichung der Temperatur des Spülgases an die Ofentemperatur zu erreichen, wurde das Spülgas im Ofeninnern durch eine Rohrschlange aus Kupfer geführt.

Wie bei Warmlagerungsversuchen üblich, wurde die Temperatur im Mittelpunkt der Staubprobe sowie die Ofentemperatur, hier die Temperatur in der inneren Kammer, über der Zeit gemessen. Als Probenbehälter dienten Drahtnetzzylinder der Größen 11, 31, 100, 400 und 800 cm³ mit einem Längen/Durchmesser-Verhältnis von jeweils 1. Die charakteristische Abmessung V/A beträgt für diese Zylinder ein Sechstel des Durchmessers.

Zu Versuchsbeginn wurde der Drahtnetzbehälter mit der Probensubstanz befüllt und in den auf die gewünschte Temperatur vorgeheizten Trockenschrank hineingestellt. Anschließend wurden das Thermoelement zur Messung der Probentemperatur im Mittelpunkt des Probenbehälters positioniert, →

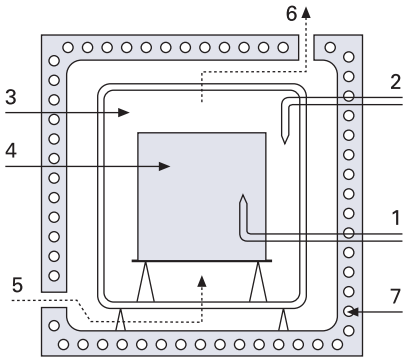



Bild 2: Versuchsaufbau zur Untersuchung der Selbstentzündungstemperaturen von Stäuben bei vermindertem Volumenanteil des Sauerstoffs

1_ Thermoelement zur Messung der Probentemperatur
2_ Thermoelement zur Messung der Probentemperatur im Inneren der Kammer
3_ innere Kammer
4_ Staubprobe im Drahtnetzbehälter
5_ Spülgaszufuhr
6_ Spülgasabführung
7_ Heizelemente

| | **Volumen** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $O_2$-Anteil in % | 11 cm³ | | | | 31 cm³ | | | | | | 100 cm³ | | | | | | 400 cm³ | | | | | | 800 cm³ | | | | | |
| $O_2$-Anteil in % | 6 | 12 | 16 | 21 | 1,3 | 3 | 6 | 12 | 16 | 21 | 1,3 | 3 | 6 | 12 | 16 | 21 | 1,3 | 3 | 6 | 12 | 16 | 21 | 1,3 | 3 | 6 | 12 | 16 | 21 |
| Braunkohle | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | |
| Korkmehl | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Waschmittel-Grundstoff | x | x | x | x | | | x | x | x | x | | | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | |
| Vitamin $B_2$ | | | | | | | x | | | x | | | x | x | | x | | | x | | | x | | | | | | |

Tabelle 1: Parameterkombinationen von Probenvolumen und Volumenanteil von $O_2$ (x – untersucht, leeres Feld – nicht untersucht)

Tabelle 2: Differenzen zwischen den SET bei vermindertem $O_2$-Anteil und Luft bei 100 cm³ Probenvolumen

| | ΔSET in K | Volumenanteil $O_2$ in % |
|---|---|---|
| Korkmehl | 30 | 3 |
| Korkmehl | 16 | 8 |
| Braunkohle | 48 | 3 |
| Braunkohle | 15 | 6 |
| Waschmittel-Grundstoff | 27 | 6 |
| Vitamin $B_2$ | 14 | 6 |

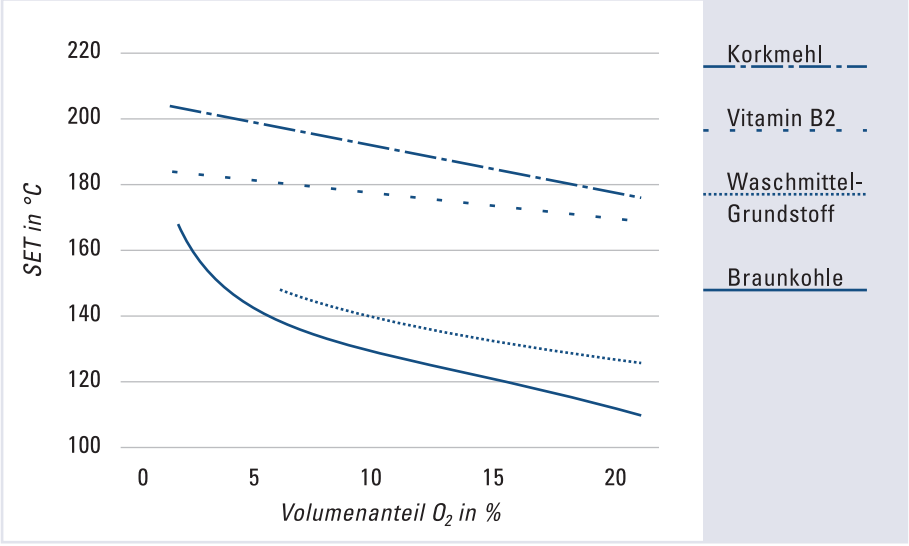



Bild 3: Abhängigkeit der SET vom Volumenanteil von $O_2$ im Spülgas für verschiedene Stäube bei einem Probenvolumen von 100 cm³

die innere Kammer und der Trockenschrank geschlossen sowie die Messwerterfassung der Temperaturen und der Sauerstoffkonzentration gestartet. In Vorversuchen wurde ermittelt, dass bei einer Spülrate von 100 L/h die Selbstentzündungstemperaturen unabhängig von der Spülrate sind.

Die im Einzelnen untersuchten Parameterkombinationen von Probenvolumen und Sauerstoff-Volumenanteil sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Es ist zu berücksichtigen, dass für jede der gezeigten Parametervariationen zwischen zwei und vier Einzelversuche erforderlich sind, da die jeweiligen Selbstentzündungstemperaturen sukzessive, d. h. durch schrittweise Annäherung aus den Bereichen ›Zündung‹ bzw. ›Nicht-Zündung‹ kommend, ermittelt werden müssen.

## 3 Ergebnisse

Generell zeigte sich, dass bei konstanten Probenvolumen die Selbstentzündungstemperaturen (SET) mit abnehmendem Volumenanteil von $O_2$ im Spülgas ansteigen. Für Probenvolumina von 100 cm³ ist dieser Zusammenhang in Bild 3 dargestellt.

Die Änderung der SET für das Volumen von 100 cm³ fällt für die verschiedenen Stoffe unterschiedlich stark aus. Im Vergleich zur SET bei 21% Anteil von $O_2$ im Spülgas ergeben sich die in Tabelle 2 angegebenen Differenzen der SET.

Die in Bild 3 für Probenvolumina von 100 cm³ gezeigte Abhängigkeit bestätigte sich auch für die anderen untersuchten Probenvolumina. Bild 4 zeigt dies am Beispiel des Waschmittel-Grundstoffes.

Die in der Praxis übliche Darstellung der Abhängigkeit der Selbstentzündungstemperatur von der charakteristischen Abmessung der Schüttung ist das log (V/A)-über-1/SET-

Diagramm. Anhand dieser Darstellung wird ersichtlich, dass die Abhängigkeit der SET vom Volumen/Oberflächen-Verhältnis V/A auch bei vermindertem Volumenanteil an $O_2$ erhalten bleibt. Bild 5 zeigt diesen Zusammenhang für Braunkohle.

Der Einfluss des Sauerstoff-Volumenanteils auf die Induktionszeit scheint nur von untergeordneter Bedeutung zu sein (unter der Induktionszeit wird hier die Zeitspanne zwischen Beginn der Lagerung und Einsetzen der durchgehenden Reaktion verstanden).

In Bild 6 sind die Temperatur-Zeit-Verläufe für die Selbstentzündung von Korkmehl bei Lagerung unter einer Ofentemperatur von 208 °C für verschiedene Sauerstoff-Volumenanteile dargestellt. Das Probenvolumen betrug jeweils 400 cm³. Es ergab sich nur eine geringfügige Verzögerung des Selbstentzündungsvorganges bei Verminderung des Sauerstoff-Volumenanteils von 21% auf bis zu 6%. Für den Versuch bei 3% Sauerstoff-Volumenanteil lässt sich die Induktionszeit nicht genau bestimmen, da es hier zu keinem steilen Temperaturanstieg mehr kommt, nachdem die Probe die Ofentemperatur erreicht hat. Das Temperaturmaximum von 267 °C deutet darauf hin, dass bei 3% Sauerstoff-Volumenanteil nur ein Verschwelen der Probe stattfand. Dies war auch daran zu erkennen, dass die Probe nach dem Versuch keine Asche enthielt, sondern nur dunkelbraun bis schwarz verfärbt war. ➔

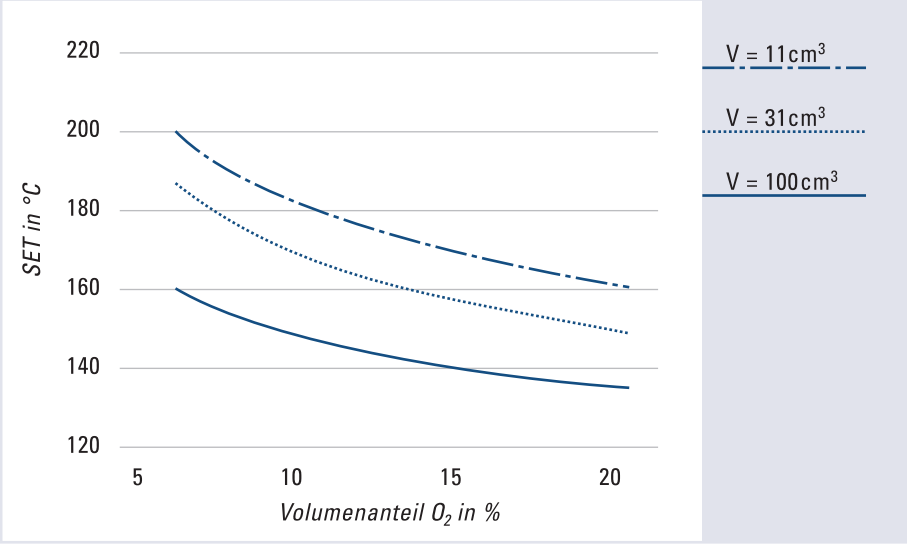



Bild 4: Abhängigkeit der SET von Waschmittel-Grundstoff vom Volumenanteil $O_2$ für verschiedene Probenvolumina

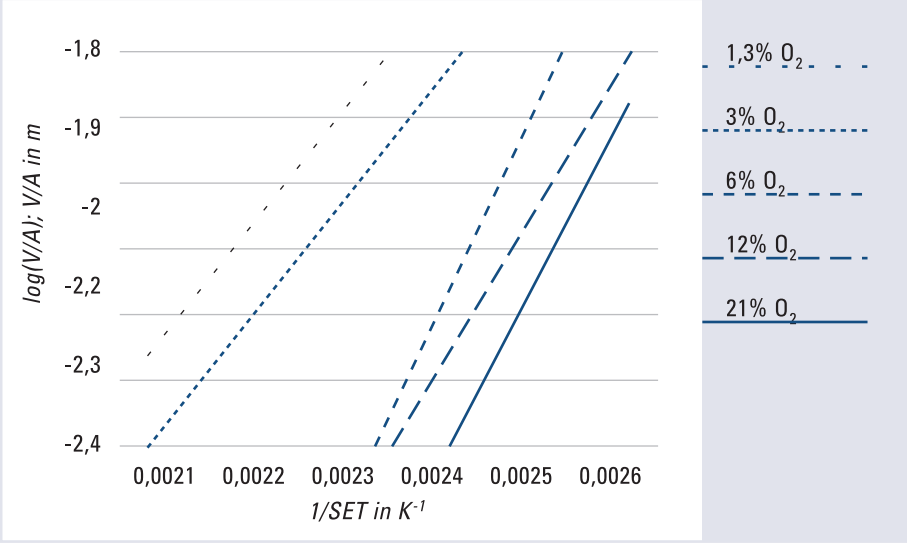



Bild 5: Zusammenhang zwischen charakteristischer Abmessung der Schüttung V/A und reziproker Selbstentzündungstemperatur bei verschiedenen Volumenanteilen von $O_2$ für Braunkohle

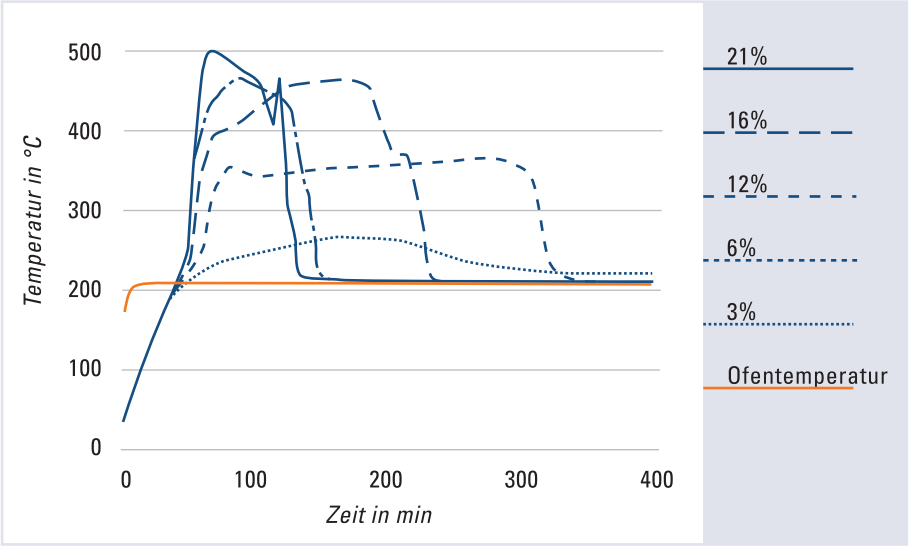



Bild 6: Temperatur-Zeit-Verläufe bei der Selbstentzündung von Korkmehl (Probenvolumen jeweils 400 cm³) bei Lagerung bei 208°C und bei unterschiedlichen Sauerstoff-Volumenanteilen

## 4 Schlussfolgerungen

Die Reduzierung des Volumenanteils von Sauerstoff in der umgebenden Atmosphäre einer lagernden Feststoffschüttung führt nicht ohne weiteres zur Vermeidung von Selbstentzündung. Es ergibt sich aber eine Anhebung der SET und damit der zulässigen Lagerungstemperatur mit sinkendem Sauerstoff-Volumenanteil. Jedoch treten auch bei sehr geringen Sauerstoff-Volumenanteilen exotherme Reaktionen ein, die zur signifikanten Temperaturerhöhung im Schüttgut führen.

Die Abhängigkeit der SET von der charakteristischen Abmessung der Schüttung bleibt auch bei vermindertem Sauerstoff-Volumenanteil erhalten.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann die Inertisierung von lagernden Feststoffschüttungen zur Vermeidung von Selbstentzündung nur bedingt als Erfolg versprechend angesehen werden, da erst bei Sauerstoff-Volumenanteilen von etwa 3 % die Verbrennung des Materials unterdrückt wird.

**Literaturhinweise**

[1] W. Hensel, U. Krause, U. Löffler, Selbstentzündung fester Stoffe (einschließlich Stäube), in Handbuch des Explosionsschutzes (Ed: H. Steen), Wiley-VCH Verlag, Weinheim 2000, Kap. 2.7, S. 257

[2] P.C. Bowes, P.H. Thomas, Comb. Flame 1966, 10, 221

[3] VDI-Richtlinie 2263: Staubbrände und Staubexplosionen, Blatt 1: ‹Untersuchungsverfahren‹ Beuth Verlag, Berlin 1990

Mit freundlicher Genehmigung von U. Krause
Nachdruck aus Chemie Ingenieur Technik (74) 12/2002
Die Untersuchungen wurden in der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung durchgeführt.

# extrem sicher

**Richtungweisend _** ist R. STAHL, wenn es um die Sicherheit von Menschen und Maschinen in explosionsgefährdeten Bereichen geht, und ist damit international einer der Spezialisten im Bereich Explosionsschutz. R. STAHL ist Marktführer für explosionsgeschützte Hebe- und Krantechnik. Daher ist es selbstverständlich das weltweit umfangreichste Programm in diesem Bereich sowie das Engineering immer wieder zu optimieren und nach innovativen Lösungen zu suchen. Hierbei kommen alle Komponenten aus einer Hand, aus eigener Fertigung von R. STAHL.

# konsequent

STAHL

Ihre Fragen beantworten wir gerne und unsere
neuen Broschüren senden wir Ihnen auf Wunsch sofort zu.
R. STAHL Fördertechnik GmbH, 74653 Künzelsau
+49 7940 128-0 oder marketing@stahl.de, www.stahl.de

# Zur Methode der Zündgefahrenbewertung für explosionsgeschützte nicht-elektrische Geräte

## Unterstützung der Gerätehersteller bei Analyse und Bewertung

von Michael Beyer

Bild 1: Explosionsgeschützte Krananlage

Europäische Normen für explosionsgeschützte nicht-elektrische Geräte (EN 13463-1 [1] und zugehörige Zündschutzartnormen) werden entwickelt, um die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der Richtlinie 94/9/EG [2] mit allgemein gültigen technischen Regeln erfüllen zu können. Deshalb werden die Explosionsschutzmaßnahmen, wie es die Richtlinie fordert, in Abhängigkeit von möglichen Zündgefahren und zu berücksichtigenden Fehlerzuständen festgelegt. Während für elektrische Geräte schon seit zwei Jahrzehnten Normen existieren, die durch definierte Anforderungskataloge die maßgeblichen Zündquellenarten für eine bestimmte Gerätekategorie vermeiden (EN 50014 ff. [3]), gilt dies für die nicht-elektrischen Geräte nicht. Für nicht-elektrische Geräte wird grundsätzlich und unabhängig von der Gerätekategorie eine Zündgefahrenbewertung gefordert (EN 13463-1, Abschnitt 5 [1]), von der ausgehend für jede einzelne identifizierte Zündgefahr passend zur angestrebten Gerätekategorie angemessene Schutzmaßnahmen festzulegen sind. Es wird nachfolgend eine Bewertungsmethode erläutert, die die Gerätehersteller bei der formalen Analyse und Bewertung der Zündgefahren unterstützen soll. Darüber hinaus werden Hilfen für die Festlegung geeigneter Schutzmaßnahmen und die Zusammenstellung der unabdingbaren technischen Dokumentation aufgezeigt.

## 1. Bestimmungsgemäße Verwendung und technische Dokumentation

Eine wesentliche Grundlage der Zündgefahrenbewertung für ein bestimmtes Gerät oder eine Bauart ist die bestimmungsgemäße Verwendung der Geräte. Das ist nach Artikel 1 der Richtlinie [2] die Verwendung der Geräte entsprechend der Gerätegruppe und -kategorie und unter Beachtung aller Herstellerangaben, die für den sicheren Betrieb des Gerätes notwendig sind. Sie ist vom Hersteller festzulegen und bildet den Ausgangspunkt für die anzustellende Fehlerbetrachtung. Die Betriebsanleitung muss alle Bedingungen und Informationen enthalten, die für eine korrekte Inbetriebnahme und einen nachfolgenden sicheren Betrieb notwendig sind ([2], Anhang II, Abschnitt 1.0.6). Sie legt insofern die bestimmungsgemäße Verwendung der Geräte als Grundvoraussetzungen für den Explosionsschutz fest. Die Richtlinie 94/9/EG fordert zwingend die Zusammenstellung einer technischen Dokumentation (vgl. [2], Anhang III, VIII oder IX; eines dieser Module muss angewendet werden). In die technische Dokumentation sind für alle sicherheitsrelevanten Details jeder einzelnen Schutzmaßnahme entsprechende Nachweise aufzunehmen, denn es wird gefordert: ›Die technischen Unterlagen müssen eine Bewertung der Übereinstimmung des Gerätes mit den Anforderungen der Richtlinie ermöglichen. Sie müssen in dem für diese Bewertung erforderlichen Maße Entwurf, Fertigung und Funktionsweise des Gerätes abdecken.‹

Oftmals besteht Unklarheit darüber, welche Eigenschaften den Explosionsschutz des Produktes begründen und daher einerseits bei der Konstruktion besonderer Beachtung bedürfen und andererseits in der technischen Dokumentation zu spezifizieren sind. Mit dem nachfolgend erläuterten, erweiterten Berichtsschema wird es möglich sein, die relevanten Teile einer Konstruktion leichter zu erkennen und z. B. zu entscheiden, welche Konstruktionsänderungen ohne Beeinträchtigung des Explosionsschutzes möglich sind.

## 2. Zündgefahrenbewertung und Berichtsschema nach EN 13463-1

EN 13463-1 fordert in Abschnitt 5.2 als Grundlage für alle Explosionsschutzmaßnahmen am Gerät eine Bewertung der Zündgefahren sowie einen entsprechenden Bericht in tabellarischer Form (Bild 2). Das Berichtsschema besteht aus drei Spalten. In Spalte 1 soll das Ergebnis der Bewertung einer bestimmten Zündgefahr bezüglich des Betriebszustandes aufgeführt werden, in Spalte 2 die dazu vorzusehende Schutzmaßnahme und in Spalte 3 eine Angabe von Normen oder sonstigen Quellen, auf denen die Schutzmaßnahme beruht.

EN 13463-1 gibt jedoch keine Hilfen, wie man an die Bewertung der Zündgefahren herangehen kann. Die dort geforderte Tabelle ist lediglich zur Dokumentation der Ergebnisse einer Zündgefahrenbewertung geeignet, jedoch nicht zur Strukturierung der notwendigen Arbeitsschritte oder Teilschritte. Letztendlich enthält der Bewertungsbericht nur die Minimalanforderungen an die Ergebnisse einer Zündgefahrenbewertung und damit nur einen Teil der notwendigen und nützlichen Informationen.

Eine Vorgehensweise in Anlehnung an die Tabelle und die Minimalanforderungen aus der Norm birgt für den Anwender folgende Nachteile bzw. Fehlerquellen, die mit der nachfolgend beschriebenen Methode vermieden werden sollen:

- Potentielle Zündquellen, die zwar bewertet werden müssen, aber keine ergänzenden Schutzmaßnahmen erfordern, müssen nicht zwangsläufig in die Tabelle aufgenommen werden (vgl. 4.1).
- Die Einbeziehung des vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlgebrauchs ([2], Anhang II, Nr. 1.0.2) in den Bewertungsbericht ist in EN 13463-1 nicht ausdrücklich erwähnt und auch nicht durch Beispiele hinterlegt (vgl. 4.1).
- Die Feststellung einer potentiellen Zündquelle ist zusammengefasst mit der Bewertung der Häufigkeit ihres Auftretens. Hierbei handelt es sich jedoch um zwei inhaltlich sehr unterschiedliche Arbeitsschritte (vgl. 4.1 und 4.2).
- Die Beispiele in der Norm können bei weniger erfahrenen Herstellern zur Annahme führen, dass die Bewertungen für ähnliche Produkte kritiklos übernommen werden könnten (vgl. 4.2).
- Begründungen für die einzelnen Bewertungsentscheidungen werden nicht festgehalten (ggf. fehlende Nachvollziehbarkeit; vgl. 4.2).
- Es wird kein Bezug zwischen den festgelegten Schutzmaßnahmen und der technischen Dokumentation hergestellt (vgl. 04.3).
- Die resultierende Gerätekategorie wird nicht einzeln in Bezug auf die jeweils betrachtete Zündgefahr ausgewiesen (vgl. 04.4).

## 3 Bewertungsverfahren und erweitertes Berichtsschema

Obwohl einige grundlegende Unterschiede zwischen der Zündgefahrenbewertung nach EN 13463-1 und der Risikobeurteilung im Rahmen der Maschinenrichtlinie [4] bestehen, kann die zur Maschinenrichtlinie ➔

korrespondierende Norm zur Risikobeurteilung (EN 1050 [5]) als Ansatzpunkt für den Ablauf der Zündgefahrenbewertung herangezogen werden. Es geht hier jedoch nicht nur um die Gefahrenbewertung, wie in EN 1050, sondern vor allem um die notwendigerweise daraus abzuleitenden Schutzmaßnahmen (siehe 4.3). Dieser Schritt ist aus EN 1050 ausdrücklich ausgenommen. Die vorgeschlagene Methode zur Bewertung der Zündgefahren (Bild 3) und das nachfolgend vorgeschlagene erweiterte Berichtsschema decken die Anforderungen der EN 13463-1 vollständig ab. Die Entscheidungsschleifen müssen für eine bestimmte Gerätekategorie solange durchlaufen werden, bis alle identifizierten Zündgefahren durch geeignete Schutzmaßnahmen oder Zündschutzarten als hinreichend unwahrscheinlich anzusehen sind.

Das Bewertungsverfahren lässt sich in vier Arbeitsschritte unterteilen, die den vier Spalten des erweiterten Berichtsschemas (Bild 4) entsprechen:

(1) Analyse der Zündgefahren und deren Ursachen,
(2) Bewertung der Zündgefahren bezüglich der Häufigkeit ihres Auftretens,
(3) Bestimmung der erforderlichen Schutzmaßnahmen und deren Dokumentation,
(4) abschließende Bewertung mit Bestimmung der Gerätekategorie.

Das erweiterte Berichtsschema zur Zündgefahrenbewertung wurde im Rahmen von PTB-Workshops unter Mitwirkung von Herstellern explosionsgeschützter Geräte diskutiert und weiter entwickelt und dadurch den Bedürfnissen der Hersteller angepasst. Es soll ein systematisches Vorgehen unterstützen, die Erfüllung der Anforderungen seitens der Hersteller erleichtern, die spätere Nachvollziehbarkeit sicherstellen und die Fortschreibung bei Konstruktionsänderungen ermöglichen. Die dargelegte Anleitung zur Umsetzung der Zündgefahrenbewertung mit Hilfe des erweiterten Berichtsschemas sollte für einfach überschaubare Geräte, d. h. für den größeren Teil der Anwendungsfälle, ausreichend sein. Für komplexere Geräte muss es in der Regel bei der Ermittlung der Ursachen von Zündgefahren (Schritt 1) durch spezielle Analyseverfahren ergänzt werden (Fehlerbaumanalyse, FMEA etc.; siehe dazu auch die Kurzbeschreibungen der Verfahren in EN 1050 [5]).

## 4. Umsetzung des Bewertungsverfahrens

### 4.1 Analyse und Identifizierung der Zündgefahren

In diesem Arbeitsschritt (Spalte 1 der Tabelle in Bild 4) soll für das Produkt eine vollständige Liste aller denkbaren Zündgefahren erstellt werden. Dabei ist es wichtig, systematisch vorzugehen und zunächst auf jegliche Bewertungsaspekte zu verzichten, um sich keinerlei Beschränkungen im Denken aufzuerlegen. Zunächst sollte mit Hilfe der Liste der bekannten Zündquellenarten (siehe EN 1127-1 [6] und EN 13463-1, Abschnitt 5.2.1 [1]) eingegrenzt werden, welche Zündgefahren generell in Frage kommen (Spalte 1a). Weiterhin sind die vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlgebräuche nach [2], Anhang II, Nr. 1.0.2 zu ergänzen. Dann sollten diese potentiellen Zündgefahren einzeln betrachtet werden im Hinblick auf die Besonderheiten der

- bestimmungsgemäßen Verwendung und der sonstigen Verwendungsmöglichkeiten,
- Konstruktionsvarianten,
- Betriebszustände und deren Änderungen (Starten, Stoppen, Umschalten etc.),

| Mögliche Zündquellen (1) | | | Eingeleitete Maßnahme zur Verhinderung des Wirksamwerdens der Zündquelle (2) | Angewendeter Zündschutz (3) |
|---|---|---|---|---|
| Normalbetrieb (1a) | Vorhersehbare Störung [1] (1b) | Seltene Störung [2] (1c) | | |
| | | | | |
| | | | | |

Bild 2: Bewertungsbericht nach EN 13463-1 [1], Abschnitt 5.2.8 für Geräte der Gruppe II:
[1] Spalte (1b) ist nur bei Geräten der Kategorie 1 und 2 erforderlich. [2] Spalte (1c) ist nur bei Geräten der Kategorie 1 erforderlich

- äußeren Einflüsse (Temperatur, Druck, Licht, Feuchte, Versorgung etc.),
- Werkstoffauswahl, Werkstoffparameter, Werkstoffkombinationen und deren Wechselwirkungen (Metall, Kunststoff, elektrostatisch aufladbare Flüssigkeiten etc.),
- Wechselwirkungen mit anderen Geräten oder Komponenten,
- Wechselwirkungen mit Personen (auch Fehlgebräuche),
- Kombinationen von Fehlerzuständen, sofern anwendbar (für Kategorie 1 sind Kombinationen von zwei zu erwartenden Störungen als seltene Störung zu berücksichtigen).

Konstruktive Merkmale, z. B. elektrostatisch ableitfähige Werkstoffe, können hier bereits als gegeben vorausgesetzt werden, sofern ihre Anwendung auf jeden Fall umgesetzt werden soll oder konstruktionsbedingt nicht änderbar ist. Apparative Schutzmaßnahmen, wie z. B. die Zündschutzarten ›Druckfeste Kapselung‹ oder ›Zündquellenüberwachung‹, sollen in diesem ersten Schritt jedoch noch nicht als gegeben vorausgesetzt werden, da es sonst zu Schwierigkeiten im

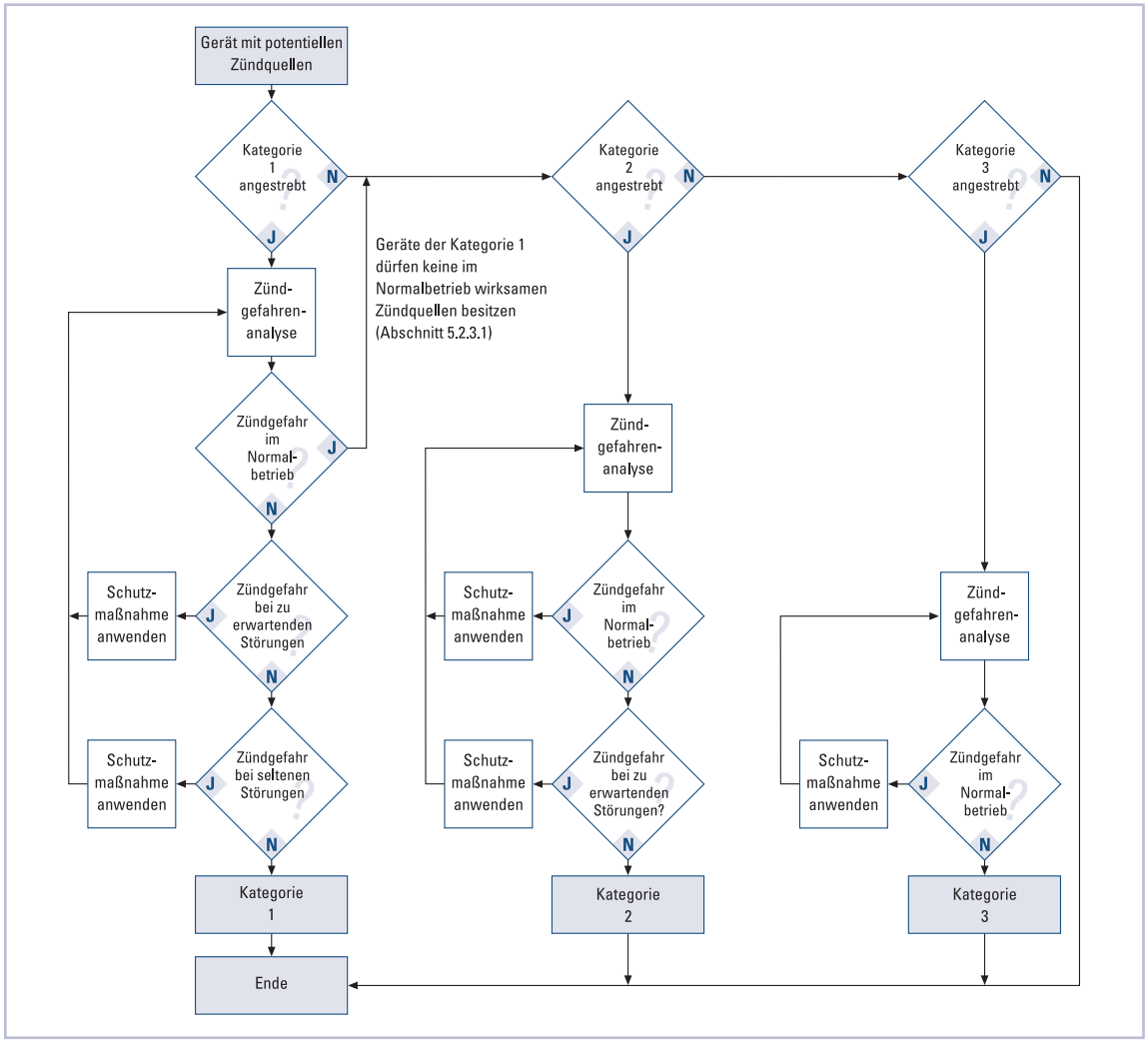



Bild 3: Ablauf der Zündgefahrenbewertung mit Festlegung von Gerätekategorien

logischen Ablauf des Bewertungsverfahrens kommen kann und ggf. günstigere Alternativen nicht erkannt werden können. Bei diesem Arbeitsschritt können und sollten alle nutzbaren Informationsquellen (Diskussionen mit firmeneigenen und externen Experten wie Universitäten, andere Hersteller, Betreiber, Prüfstellen etc.) und Beispiele systematisch erfasst und zur Ermittlung der möglichen Zündgefahren genutzt werden, ohne dass einzelne Zündgefahren bereits als hinreichend unwahrscheinlich aussortiert werden.

**4.2 Erste Bewertung der Zündgefahren**

In diesem Schritt (Spalte 2) wird bewertet und durch Ankreuzen dokumentiert, wie häufig die potentielle Zündgefahr zu einer wirksamen Zündquelle werden kann. Dabei sollte die Zündquelle in genau der Form betrachtet werden, in der sie im ersten Schritt festgehalten wurde, d. h. unter Einschluss der angegebenen (einschränkenden) Bedingungen, die gegebenenfalls auch schon konstruktive Maßnahmen oder Merkmale enthalten können, die in jedem Fall angewendet werden sollen. Aus der Bewertung ergibt sich zwangsläufig, ob in Schritt 3 ergänzende Maßnahmen festzulegen sind, um die angestrebte Gerätekategorie zu erreichen. Von Bedeutung ist hier insbesondere die Spalte 2d. Mit Hilfe dieser Eintragung wird dokumentiert, dass eine Zündgefahr zwar erkannt, aber als nicht relevant angesehen wird.

Die Bewertung ist eine Einschätzung der Wahrscheinlichkeit, mit der ein bestimmter Fehlerzustand auftritt. Da keine quantitativen Definitionen existieren, fällt insbesondere die Abgrenzung zwischen einer zu erwartenden und einer seltenen Störung schwer (vgl. [2], Anhang I). Darum sollen an dieser Stelle einige allgemeine Hinweise zur Bewertung gegeben werden:

- Fehlerzustände, die aus der Praxis bekannt, d. h. bereits aufgetreten sind, sind sicherlich in die Gruppe der zu erwartenden Störungen einzuordnen.
- Fehler, die zwar grundsätzlich denkbar, aber bislang in der Praxis bei einer großen Zahl von Anwendungsfällen nicht aufgetreten sind, gehören sicherlich in die Gruppe der seltenen Störungen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, ob und in welchem Umfang der Hersteller Rückmeldungen über die tatsächlichen Anwendungsbedingungen seiner Produkte erhält und diese systematisch erfasst, aufzeichnet und auswertet, um die nötige Nachweisführung zu ermöglichen.
  Im Zweifel ist die sichere Seite zu wählen, d. h. die Einordnung als zu erwartende Störung.
- Kann eine Zündquelle nur bei gleichzeitigem Auftreten von zwei zu erwartenden Störungen wirksam werden, handelt es sich um eine seltene Störung. In diesem Sinne sind alle möglichen Kombinationen von zwei zu erwartenden Störungen daraufhin zu prüfen, ob sie gleichzeitig auftreten können und dabei eine bislang noch nicht erfasste Zündgefahr besteht.
- Kombinationen aus einer zu erwartenden und einer seltenen Störung oder noch unwahrscheinlichere Kombinationen (drei Fehler etc.) müssen nicht berücksichtigt werden.

Die getroffenen Bewertungsentscheidungen sollten in Spalte 2e begründet werden. Sie können niemals allgemein gültig sein. In der Regel hängen sie von der speziellen Ausführung der Produkte ab. Daher sind in diesem Schritt – im Gegensatz zum vorherigen Schritt – alle als Beispiel angegebenen Bewertungen (auch aus Normen) nur mit äußerster Zurückhaltung zu übertragen. Die Bewertung muss letztlich immer speziell auf eine bestimmte Bauart bezogen sein. Sie kann sich sogar innerhalb der Varianten einer Bauart (Baugrößen, alternative Bestückungen o. ä.) unterscheiden. Hier wären dann alternative Zeilen in die Tabelle aufzunehmen. Einzelne Zündgefahren, die entgegen der obigen Aussage einer allgemeinen Bewertung zugänglich sind, werden üblicherweise in den harmonisierten Normen mit speziellen konstruktiven Anforderungen und Prüfalgorithmen hinterlegt, z. B. elektrostatische Entladungen nach EN 13463-1, Abschnitt 7 [1] oder die Fall- und Stoßprüfung nach Abschnitt 13.3.2. Solche Bewertungen, die im normativen Teil der Normen angegeben sind und die Eignung für eine bestimmte Gerätekategorie aufzeigen, können ohne weiteres übernommen werden.

**4.3 Schutzmaßnahmen**

In diesem Schritt (Spalten 3 a,b) sollen geeignete Schutzmaßnahmen festgelegt werden, die das Wirksamwerden der jeweils betrachteten Zündquelle in Bezug auf die angestrebte Kategorie hinreichend unwahrscheinlich werden lässt. Unter Schutzmaßnahmen im engeren Sinn versteht man Maßnahmen, die das Wirksamwerden einer Zündquelle durch Überwachung oder durch Trennung von der explosionsfähigen Atmosphäre verhindern oder auch die Auswirkung einer Explosion begrenzen, d. h. die Anwendung einer Flammendurchschlagssicherung oder einer Zündschutzart nach EN 13463-1, z. B. ›Zündquellenüberwachung‹. In dem hier diskutierten Rahmen ist es jedoch zweckmäßig, den Begriff Schutzmaßnahme etwas umfassender zu verstehen, nämlich als ›Maßnahme, die einem Schutzzweck dient‹. Der Begriff soll also alle Maßnahmen umfassen, die das Wirksamwerden einer potentiellen Zündquelle unwahrscheinlicher werden lässt. Dies können auch mehrere Maß- →

| Produktbezeichnung | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 2 | | | | | 3 | | | 4 | | | | | |
| | Zündgefahr | | Bewertung der Häufigkeit des Auftretens ohne Anwendung zusätzlicher Maßnahmen | | | | | Angewendete Maßnahmen zur Verhinderung des Wirksamwerdens | | | Häufigkeit des Auftretens einschließlich Maßnahmen | | | | | |
| | a | b | a | b | c | d | e | a | b | c | a | b | c | d | e | f |
| lfd. Nr. | Potenzielle Zündquelle | Ursache (Unter welchen Umständen tritt die Zündgefahr auf?) | im Normalbetrieb | bei zu erwartender Störung | bei seltener Störung | nicht zu berücksichtigen | Begründung | Beschreibung der Schutzmaßnahmen | Grundlage (Normen, techn. Regeln, experimentelle Ergebnisse) | Nachweis (einschließlich der in Spalte 1 genannten ex-relevanten Eigenschaften) | im Normalbetrieb | bei zu erwartender Störung | bei seltener Störung | nicht zu berücksichtigen | Resultierende Gerätekategorie bezüglich dieser Zündquelle | notwendige Einschränkungen |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Resultierende Gerätekategorie für alle vorhandenen Zündgefahren:** | | | | | | | | | | | | | | | | |

Bild 4: Erweitertes Berichtsschema zur Bewertung der Zündgefahren

nahmen sein, die in ihrem Zusammenwirken das Schutzziel erreichen. Schutzmaßnahmen können daher als Merkmal der Konstruktion vorliegen, aber auch als Teil der Betriebsanleitung (Inbetriebnahme, Wartung, Warnhinweise etc.) oder es können Vorgaben für die Fertigung entstehen (z. B. Werkstoffparameter, Fertigungstoleranzen oder notwendige qualitätssichernde Maßnahmen). Solange es für nicht-elektrische Geräte keine flächendeckenden EN-Normen gibt, können andere normative Dokumente heran gezogen werden, um geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen (nationale Normen, Normenentwürfe, technische Regeln etc.). Sie liefern zumeist gute Grundlagen für die technische Seite des Explosionsschutzes. Bei deren Anwendung ist jedoch im Detail zu prüfen, ob sie tatsächlich alle grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen abdecken können (zum Beispiel die Anforderungen an die Betriebsanleitung oder die Einbeziehung der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendungen).

**4.4 Zusammenstellung der technischen Dokumentation**

Zu jeder festgelegten Schutzmaßnahme sollen die notwendigen Nachweise bestimmt werden (Spalte 3c), denn die Richtlinie 94/9/EG fordert (vgl. 1), dass alle sicherheitstechnischen Details in der technischen Dokumentation beschrieben sein müssen. Eine Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen der Richtlinie ist letztlich nur dann möglich, wenn eine geeignet detaillierte technische Dokumentation zusammengestellt wurde, die die Nachvollziehbarkeit der Übereinstimmung erkennen lässt. Daraus ergeben sich folgende Notwendigkeiten für die technische Dokumentation:

- Vollständigkeit der konstruktiven Festlegungen;
- Nachweisführung über alle erforderlichen experimentellen Prüfergebnisse;
- gegebenenfalls Erkennen und Festlegen notwendiger Bedingungen für die Fertigung (z. B. Parameter für Stückprüfungen) und den sicheren Betrieb der Geräte (z. B. für Installation und Wartung).

Welche sicherheitsrelevanten Details (Bemaßungen, Fertigungstoleranzen und konstruktive Festlegungen) aus den Zeichnungen ersichtlich sein müssen und ebenso, welche Nachweise (Messprotokolle, Prüfberichte, Zertifikate etc.) in die technische Dokumentation aufgenommen werden müssen, ergibt sich direkt aus den Angaben in den Spalten 1b und 3a. Sofern man alle relevanten Zündgefahren in das Berichtsschema aufgenommen hat, kann man aus diesen beiden Spalten alle erforderlichen Produkteigenschaften, Verwendungseinschränkungen und Sicherheitshinweise erkennen. Sie müssen so ausführlich dokumentiert sein, dass es einer Person mit dem entsprechenden Fachwissen möglich ist, die Bewertung nachzuvollziehen. Gleiches gilt für die sicherheitstechnisch relevanten Passagen der Betriebsanleitung.

**4.5 Abschließende Bewertung der Zündgefahren**

In diesem Schritt (Spalte 4) wird die resultierende Gerätekategorie bezüglich einer einzelnen speziellen Zündgefahr unter Berücksichtigung der in Spalte 1 und 3 Beschriebenen Maßnahmen angegeben (Spalte 4 e). Sie ergibt sich zwangsläufig aus der Bewertungsentscheidung (Spalte 4 a-d). Durch diese Vorgehensweise kann im Falle einer Konstruktionsänderung oder nachträglichen Aufwertung der Kategorie erkannt werden, welche Zündgefahren bereits hinreichend unwahrscheinlich sind bzw. zu welchen Zündgefahren noch weiter gehende Schutzmaßnahmen festzulegen sind. Zusätzlich zur Gerätekategorie können Einschränkungen des Einsatzbereiches notwendig sein (Spalte 4 f), die in die Kennzeichnung des Produktes übernommen werden müssen. Diese Einschränkungen beziehen sich hauptsächlich auf die Temperaturklasse oder die maximal auftretende Oberflächentemperatur und ggf. auf eine bestimmte Explosionsgruppe bzw. auf einzelne Stoffe, in deren explosionsfähigen Atmosphären das Produkt ausschließlich oder gerade nicht betrieben werden darf. Daneben ist auf sonstige erforderliche Einschränkungen der bestimmungsgemäßen Verwendung, wie Umgebungstemperatur, Umgebungsdruck, etc. zu achten. Die resultierende Gerätekategorie des Produktes oder Produktteiles ist schließlich die ungünstigste der ausgewiesenen Einzelbewertungen aller Zeilen.

## 5. Ausblick

Die fehlende Arbeitsanleitung zur Zündgefahrenbewertung könnte z. B. bei der nächsten Änderung der EN 13463-1 eingefügt werden, indem ein entsprechender Abschnitt in der Norm ergänzt wird. Weiterhin befasst sich ein Unterausschuss von CEN TC 305 WG 4 mit der Normung eines entsprechenden Verfahrens. Die Fertigstellung dieser Norm ist für 2005 geplant. In der Zwischenzeit kann die hier vorgestellte Methode die vorhandene Lücke schließen; sie wird bereits von einigen Herstellern verwendet und hat sich als praxistauglich erwiesen. Zur Bewertungsmethode existieren verschiedene Arbeitsblätter im Dateiformat und Beispiele zu deren Verwendung. Die Leser werden gebeten, sich mit Anregungen und Kritik an den Autor zu wenden, um eine zielgerichtete Weiterentwicklung des Verfahrens voranzutreiben.

Zur Zeit wird in CEN TC 305 WG 4 eine Norm mit dem Titel ›Methoden zur Bewertung der Zündgefahren für nicht-elektrische Geräte und Komponenten zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen‹ (engl.: Methodology for the ignition hazard assessment of non-electrical equipment and components for intended use in potentially explosive atmospheres) erarbeitet. Die Veröffentlichung des Normentwurfes war für März 2005 vorgesehen. Die Norm behandelt die Methodik der Zündgefahrenbewertung in allgemeinerer Form als hier dargestellt. Die Anforderungen werden durch die beschriebene Bewertungsmethode jedoch vollständig abgedeckt.

Weiterhin hat CEN TC 305 WG 2 kürzlich die Überarbeitung der EN 13463-1:2001 begonnen. Die dargelegte Bewertungsmethode soll in die 2. Ausgabe dieser Norm einfließen. Mit der neuen Normenausgabe ist im Jahr 2007 zu rechnen. Die zur Bewertungsmethode existierenden Arbeitsblätter im Dateiformat können beim Autor angefordert werden.

*michael.beyer@ptb.de*

**Literaturhinweise**

[1] DIN EN 13463-1:2002, Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 1: Grundlegende Methodik und Anforderungen

[2] Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, Amtsblatt Nr. L 100 vom 19.04.1994, S. 1-29

[3] DIN EN 50014:2000,VDE 0170/0171 Teil1 Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche – Allgemeine Bestimmungen

[4] Maschinenrichtlinie: Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen, Amtsblatt Nr. L 207 vom 23.07.1998, S. 1-46

[5] DIN EN 1050:1997, Sicherheit von Maschinen - Leitsätze zur Risikobeurteilung

[6] DIN EN 1127-1:1997, Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz - Teil 1: Grundlagen und Methodik

Überarbeiteter Nachdruck aus PTB-Mitteilungen

# Eine Frage bitte…

## Kunden fragen – wir antworten

**Im Anhang 4 der Betriebssicherheitsverordnung unter 3.6 werden in explosionsgefährdeten Bereichen Flucht- und Rettungswege gefordert, sowie in ausreichender Zahl Fluchtausgänge. Wie diese ausgeführt sein müssen, ist hier nicht festgelegt. Gelten die bisherigen Anforderungen an die Sicherheitsbeleuchtung von Fluchtwegen in explosionsgefährdeten Bereichen weiter?**

In der Betriebssicherheitsverordnung wie auch in der Richtlinie 99/92/EG sind die grundlegenden Anforderungen formuliert. Ihre technische Ausführung im Einzelnen wird in Technischen Regeln oder ist in vergleichbaren Regelwerken festgelegt. Die Anforderungen an die Sicherheitsbeleuchtung regelt die Arbeitsstätten – Richtlinie mit Bezug auf die Arbeitsstättenverordnung.
Die Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) wurde in 2004 novelliert (BGBl I S.2179). Die dieser Verordnung zugeordneten Regeln werden überarbeitet. Jedoch gelten die bisherigen Arbeitsstätten -Richtlinien bis zur Überarbeitung neuer Regeln weiter, so auch die Arbeitsstätten – Richtlinie Sicherheitsbeleuchtung ARR 7/4 (BArBl Nr. 3/81 geändert BArBl Nr. 9/88). Diese fordert

1. eine Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege in explosionsgefährdeten Arbeitsräumen mit einer Grundfläche von mehr als 100 m². In derartigen Arbeitsräumen mit einer Fläche von 30 bis 100 m² müssen mindesten an den Ausgängen Rettungszeichenleuchten angebracht werden.
   Technische Werte:
   Beleuchtungsstärke 1 lux in 20 cm Höhe über dem Fluchtweg, Nutzungsdauer mindestens 1 Stunde, Einschaltverzögerung max. 15 s
2. eine Sicherheitsbeleuchtung für Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung, an denen mit explosionsgefährlichen Stoffen umgegangen wird, es sei denn, dass bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung auch die Stromversorgung der betriebenen Arbeitsmittel ausfällt und von diesen so keine weitere Gefahr ausgeht.
   Technische Werte:
   Beleuchtungsstärke 10% der Nennbeleuchtungsstärke, Nutzungsdauer = Dauer der bestehenden Gefährdung, mindestens 1 min, Einschaltverzögerung max. 0,5 s.

**Auf einem explosionsgeschützten, druckfest gekapselten Elektromotor älterer Bauart findet sich die Kennzeichnung ›3n‹ Was bedeutet dieses Kurzzeichen ?**

Elektromotoren haben ein langes Leben, besonders in Zündschutzart ›Erhöhte Sicherheit‹ oder ›Druckfeste Kapselung‹. Da sie im allgemeinen ›Bestandschutz‹ haben, überdauern sie oft eine oder mehrere Normengenerationen. Der Instandsetzer muss also die für seine Arbeit entscheidend wichtigen Kennzeichen ›entschlüsseln‹ können.

Die Erklärung der Abkürzung ›3n‹ wird in der nachfolgenden Tabelle in einen Gesamtzusammenhang eingebunden:

Die Weiterverwendung ist nach DIN VDE 0165/02.1991, Tabelle 2 mit der alten Bezeichnung zulässig. Für Betriebsmittel, die nach den jeweils gültigen Verordnungen ausgewählt und im Laufe des bisherigen Betriebs ordnungsgemäß instandgehalten wurden, gilt das Prinzip des ›Bestandschutzes‹. Eine Umbeschilderung ist nicht notwendig und nicht zulässig.

Fertigung und Inverkehrbringen mit alter Bezeichnung ist nicht zulässig.

**Explosions-Kenngrößen alt und neu**

| **Explosionsklassen** (bis 1978) | **Explosionsgruppen** (seit 1978) |
|---|---|
| 1 | IIA |
| 2 | IIB |
| 3a Wasserstoff<br>3b Schwefelkohlenstoff<br>3c Azetylen<br>**3n (a+b+c)** | IIC |

Quelle: VDE 0165/8.69,§3 h

| **Bezeichnung** | **Bereich** | **Norm** | **gültig** |
|---|---|---|---|
| Zündgruppe | A ... D | VDE 0171 | 1943 - 1957 |
| Zündgruppe | G1 ... G5 | VDE 0171 | 1957 - 1978 |
| Temperaturklasse | T1 ... T6 | EN 50014 | seit 1978 |

| **Zündgruppe** | | **Temperaturklasse** | **Zündtemperatur** |
|---|---|---|---|
| A | G1 | T1 | 450 °C |
| B | G2 | T2 | 300 °C |
| - | G3 | T3 | 200 °C |
| C | G4 | T4 | 135 °C |
| D | G5 | T5 | 100 °C |
| - | G5 | T6 | 85 °C |

Quelle: DIN VDE 0165/02.1991; Tabelle 2

# Produkt-Neuheiten

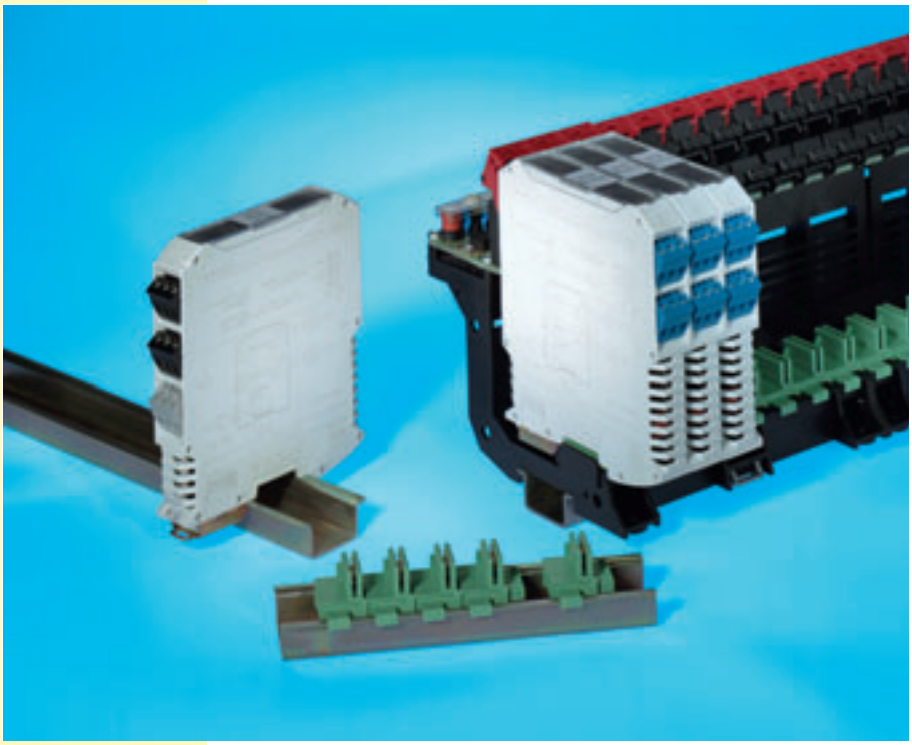


Bild 1: Ex i-Trennstufen IS pac

**Ex i-Trennstufen IS pac –**
**Eine Erfolgstory wird fortgesetzt**

Das vor etwa zwei Jahren erstmals vorgestellte neue Trennstufensystem IS pac von R. STAHL wurde um mehrere Funktionen ergänzt und die Zulassung für verschiedene internationale Märkte sowie für den Einsatz auf Schiffen und Förderplattformen im Offshore-Bereich erwirkt. Um den Einsatz für sicherheitsgerichtete Funktionen zu ermöglichen, erfolgte die SIL Bewertung der Geräte nach IEC/EN 61508. Mit der Gesamtheit dieser Maßnahmen konnte der Anwendungsbereich des Systems in der Welt der Prozessautomatisierung deutlich erweitert werden.

Seit seinem Bestehen hat das richtungsweisende Konzept der IS pac Trennstufen eine große Anzahl von Kunden überzeugen können. Dies liegt vor allem an den durchdachten Details des Systems, angefangen von der für fast alle Trennstufen angebotenen kompakten zweikanaligen Bauweise bis hin zu maßgeschneiderten Trägern, die eine einfache Integration in Prozessleitsysteme ermöglichen. Damit erlaubt IS pac unseren Kunden sehr kompakte Anlagen zu planen und während der Installation wertvolle Zeit und damit Geld zu sparen. Die Technik des Systems ist konsequent darauf ausgerichtet, unseren Kunden den gerade in der heutigen Zeit so entscheidenden Wettbewerbsvorteil zu sichern.

Dies ist umso wichtiger, als der Automatisierungsmarkt in der Prozessindustrie, wie

auch in den meisten anderen industriellen Bereichen, gekennzeichnet ist durch zunehmenden Kostendruck, kurze Planungszyklen und hohe Anforderungen an die Flexibilität im laufenden Betrieb. Die Suche nach weiterem Optimierungspotential ist eine Konstante. Diesen Anforderungen trägt IS pac auf vielfältige Art und Weise Rechnung und beweist seine Zukunftssicherheit. Stellvertretend für eine ganze Reihe von Innovationen sei an dieser Stelle der pac-Träger erwähnt. Dieses Trägersystem kommt immer dann zum Einsatz,

*„Die neuen Trennstufen IS pac zeichnen sich durch eine Vielzahl an Innovationen aus."*

wenn große Signalmengen mit Hilfe von Trennstufen übertragen werden sollen. Die manuelle Verschaltung der vielen einzelnen Module mit dem Leitsystem würde einen großen Zeitaufwand während der Installation bedeuten. Ein zusätzlicher nicht zu unterschätzender Faktor ist auch die erhöhte Wahrscheinlichkeit von unbeabsichtigten Fehlschaltungen.

Die Lösung von R. STAHL heißt pac-Träger. Das Trägersystem wird an das Leitsystem und die Anwendung, d.h. Anzahl und Art der Trennstufen, angepasst. Einmal konfektioniert, kann der pac-Träger sehr einfach und schnell mit dem Leitsystem verbunden werden. Der pac-Träger überzeugt im Gegensatz zu herkömmlichen ›Motherboard‹-Lösungen durch die mechanisch sehr stabile Integration der IS pac Module und absolut fehlerfreien Verbindungen.

Die Anpassung an die verschiedenen Leitsysteme erfordert ein Know-How, das R. STAHL aus einem reichen Vorrat an Realisierungen und Erfahrungen des Kompentenzcenters MSR-Systeme schöpfen kann. Zu dem umfangreichen Leistungsangebot des Kompetenzcenters gehören sowohl komplette Projektlösungen mit Komponenten aus dem Hause R. STAHL und anderer Hersteller, als auch kundenspezifische Schaltschranklösungen für nahezu alle klimatischen Bedingungen.

Ein nicht zu unterschätzender Erfolgsfaktor ist und bleibt natürlich auch die Vielfalt an Gerätevarianten. Hier gilt es in enger Zusammenarbeit mit den Kunden ständig weitere Applikationen zu identifizieren und passende Trennstufen zu entwickeln.

Mit der zweiten Stufe der IS pac Entwicklung wurde die Produktreihe um Geräte erweitert, die besonders bei Großprojekten von Bedeutung sind. Die neuen Geräte und deren Hauptanwendungen sollen an dieser Stelle kurz vorgestellt werden:

Der **Trennübertrager Ex i-Eingang Typ 9163** überträgt das eigensichere Messsignal eines 3- oder 4-Leiter Messumformers in den sicheren Bereich und unterstützt gleichzeitig die bidirektionale HART-Kommunikation zwischen Messumformer und dem Prozessleitsystem. Der Trennübertrager ergänzt damit das Messumformerspeisegerät um die Funktion eines passiven Eingangs für 4-Leiter-Messumformer und gleichzeitiger HART Kommunikation. Das Gerät kann wie nahezu alle IS pac Trennstufen in der Zone 2 bzw. 22 installiert werden. Der **Trennübertrager Typ 9164** ermöglicht die galvanische Trennung von zwei Ex i-Stromkreisen in Zone 1 oder Zone 21 ohne dabei auf die Versorgung mit Hilfenenergie angewiesen zu sein. Der Ausgang dieses Gerätes verhält sich dabei passiv (Stromsenke). Es können Messsignale (4 ... 20 mA) und die bidirektionale HART Kommunikation von 4-Leiter-Messumformern übertragen werden. Der Hauptanwendungsbereich kann wie folgt beschrieben werden: Der Betrieb von mehrfach geerdeten Messkreisen in Zone 1 und 2 ist aus sicherheitstechnischen Gründen nicht zulässig. Auch aus funktionstechnischen Sicht ist eine solche Schaltung nicht empfehlenswert. Der Trennübertrager schafft durch die galvanische Trennung Teilstromkreise, von denen jeder einfach geerdet werden kann.

Eine zweite Variante des Trennübertragers erlaubt des Anschluss von Ex e-Feldgeräten an Ex i-Eingangsschaltungen und ermöglicht damit die Integration von Ex e-Feldgeräten in ein auf Eigensicherheit ausgerichtetes Gesamtkonzept.

Der **Trennübertrager Ex i-Ausgang ohne Hilfsenergie Typ 9167** zur Übertragung von 0/4 bis 20 mA Signalen in den explosionsgefährdeten Bereich ist ebenfalls wie fast alle Geräte der IS pac Reihe in Verbindung mit HART-fähigen Feldgeräten einsetzbar. Typische Anwendungen sind das eigensichere Ansteuern von Regelventilen, i/p-Umformern oder analogen bzw. digitalen Anzeigern. Besonderheit dieser Lösung: Aufgrund des hohen Signalübertragungsbereiches (0 ... 40 mA) sind auch Feuer, Gas und Rauchdetektoren anschließbar. Der Trennübertrager bezieht seine Versorgung ausschließlich aus dem Signalstrom. Damit rundet dieses Gerät den Preis-/Leistungsbereich der Trennübertrager Ex i-Ausgang nach unten hin ab.

Der bereits mit der Einführung von IS pac angebotene Binärausgabe wurde eine Variante, die gänzlich ohne Hilfsenergie auskommt, zur Seite gestellt. Die **Binärausgabe ohne Hilfsenergie Typ 9176** wird zum ➔

| Ex i Trennstufen IS pac | SIL-Wert |
|---|---|
| Messumformerspeisegeräte Typ 9160 | SIL 2 |
| Trennübertrager Ex i-Ausgang Typ 9165 | SIL 2 |
| Trennübertrager Ex i-Ausgang ohne Hilfsenergie Typ 9167 | SIL 3 |
| Schaltverstärker Typ 9170 mit Relaisausgang | SIL 2 |
| Schaltverstärker Typ 9170 mit Elektronikausgang | SIL 3 |
| Ex i Relaismodul Typ 9172 | SIL 3 |
| Binärausgabe Typ 9175 | SIL 3 |
| Binärausgabe ohne Hilfsenergie Typ 9176 | SIL 3 |
| HART-Multiplexer Typ 9192 | SIL 3 |

eigensicheren Ansteuern von Magnetventilen oder Leuchtmeldern eingesetzt. Die Trennstufen beziehen dabei ihre Versorgung aus dem Ansteuersignal, so dass keine separate Hilfsenergie benötigt wird. Das Gerät rundet das Angebot der Binärausgaben im unteren Preis/-Leistungsbereich ab. Die technischen und sicherheitstechnischen Werte sind identisch zu denen der Binärausgabe mit Hilfsenergieversorgung, was eine einfache und schnelle Umstellung bei der Projektierung ermöglicht.

Das **Ex i-Relaismodul Typ 9172** kommt beim Trennen von eigensicheren und nicht eigensicheren Signal- und Steuerstromkreisen zum Einsatz. Das Gerät kann in beiden Wirkrichtungen ausgeführt werden – Ansteuerung im eigensicheren Bereich und Steuersignal im sicheren Bereich oder umgekehrt. Hier bietet sich auch der Einsatz als preiswerter Ersatz für Schaltverstärker an, solange keine NAMUR-Signale zum Einsatz kommen.

Neustes Mitglied der IS pac Familie ist die **Ex i-Stromversorgung Typ 9143**. Dieses Modul ermöglicht die eigensichere Versorgung von Feldgeräten, die in Zone 1 und 2 installiert sind. Im Vergleich zu der konventionellen Lösung mit Sicherheitsbarrieren können unter Verwendung dieser Stromversorgung insbesondere Feldgeräte mit höherem Leistungsbedarf, eingesetzt werden. Stellvertretend für den weiten Anwendungsbereich seien hier Feldgeräte wie 3- oder 4-Leiter-Messumformer, Magnetventile, Lichtschranken, Regler oder Bedienterminals genannt. Als Versorgungsspannung kann sowohl 24 V AC/DC als auch ein weiter Bereich von 85 bis 250 V AC eingesetzt werden. Dies erlaubt den problemlosen Einsatz der Stromversorgung in den unterschiedlichsten Versorgungsnetzen weltweit und erleichtert damit die Planung von Automatisierungsprojekten. Die angebotenen Varianten der Stromversorgung decken bei der Ausgangsspannung den Bereich von etwa 4 V bis über 17 V ab. Diese stabile eigensichere Ausgangsspannung lässt sich komfortabel über ein Potentiometer an der Frontseite des Gerätes einstellen. Die Stromversorgung zeichnet sich durch eine kompakte Bauform mit nur 35,2 mm Breite aus.

Das Thema **SIL (Safety Inegrity Level)** gewinnt in der Prozessautomatisierung zunehmend an Bedeutung. Lesen Sie mehr zu diesem Thema in dem Fachbeitrag in dieser Ausgabe Seite 34. Um diesem Trend Rechnung zu tragen, wurden die IS pac Trennstufen analysiert und nach der IEC/EN 61508 klassifiziert. In der Tabelle sind die bis dato eingestuften Geräte und die dazugehörigen SIL aufgeführt.

Bild 2:
Neue Befehls- und Meldegeräte 7040 für Zone 21

*„Die neue Ex i-Stromversorgung kann weltweit eingesetzt werden.“*

Soviel steht fest, die Erfolgsgeschichte IS pac wird fortgesetzt. Weitere Geräte und Varianten werden noch dieses Jahr das Programm ergänzen. Die enge Zusammenarbeit mit Kunden und Herstellern von Leitsystemen bzw. Sensoren ermöglicht es R. STAHL, seine Automatisierungslösungen für den explosionsgefährdeten Bereich genau auf die Bedürfnisse der Anwender abzustimmen. Fazit: Der Einstieg in das Trennstufensystem IS pac zahlt sich in jedem Falle aus.

**Eine neue Reihe von Befehls- und Meldegeräten für den Einsatz in durch Staub gefährdete Bereiche der Zone 21 und Zone 22**

R. STAHL hat die bewährte Befehls- und Meldegerätereihe 8040 einer Überarbeitung unterzogen und damit die Einsatzmöglichkeiten auf staubexplosionsgefährdete Bereiche erweitert.

Die neue Reihe 7040 ist staubexplosionsgeschützt gemäß EN 50281-1 (IEC 61241) mit der Zündschutzart ›Schutz durch Gehäuse‹ und der Kennzeichnung Ⓔx II 2 D IP66 T80°C. Sie ist gemäß ATEX Richtlinie 94/9/EG durch eine anerkannte Prüfstelle zertifiziert. Der Staubexplosionsschutz wird bei dieser Zündschutzart durch die Materialauswahl, die mechanische Robustheit und die Dichtheit der Gehäuse gewährleistet. Um den hohen Prüfanforderungen gerecht zu werden, verwendet R. STAHL die gleichen Gehäuse, Bedienungsvorsätze und Kabelverschraubungen wie bei der Reihe 8040, welche für den Einsatz in den Zonen 1 und 2 geeignet ist.

Der Unterschied der neuen Reihe 7040 zur bisherigen Reihe 8040 besteht in der Ausführung der Einbauelemente. Die Zündschutzart ›Schutz durch Gehäuse‹ erlaubt dabei den Einsatz von nicht-explosionsgeschützten Industriekomponenten. Konsequenterweise wurden die bewährten Ex-Kontaktelemente und Ex-Leuchtmelder von R. STAHL für diesen Einsatz kostenoptimiert. Dies wurde beim neuen Kontaktelement G082 möglich durch den Verzicht auf die zünddurchschlagsicheren Spalte und den Verzicht auf die aufwändige Druckprüfung, während beim neuen Industrieleuchtmelder G010, im Gegensatz zur Ex-Komponente, der Verguss entfallen konnte.

Somit hat der Kunde bei kostengünstiger Ausführung dieser Elemente auch die Vorteile

der Robustheit und zuverlässigen Funktion aus der Grundkonstruktion der Zone 1-Ausführungen.

Betreiber von Anlagen mit staubexplosionsgefährdeten Bereichen der Zone 21 und der Zone 22 – z. B. in Getreidemühlen, Mälzereien, Milchpulverfabrikation – finden mit den neuen Befehls- und Meldegeräten der Reihe 7040 ein Produkt, welches speziell auf ihre Bedürfnisse zugeschnitten wurde und somit in Technik, Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit ein Optimum darstellt.

**Neue metrische Kabelverschraubungen aus Messing Reihe 8160**

Die bereits bekannten und bewährten Kabelverschraubungen der Reihe 8161 aus Formstoff sind für den Einsatz an Gehäusen der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit ›e‹ bescheinigt. Die neuen metrischen Kabelverschraubungen aus Messing der Reihe 8160 erweitern das STAHL-Kabelverschraubungssortiment. Sie sind für den Einsatz in den explosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 1 und 2, sowie in staubgefährdeten Bereichen der Zonen 21 und 22 einsetzbar. Als Gewinde stehen die Ausführungen M12 bis M63 zur Verfügung. Insgesamt können Kabel mit Durchmessern von 4 bis 48 mm geklemmt werden. Jede Verschraubung verfügt über einen sehr weiten Klemmbereich. Dies wird mit einer einzigen Dichtung je Verschraubungsgröße erreicht. Ein Umbau der Verschraubung und die Dichtung zu verändern oder aus zutauschen ist daher nicht notwendig. Zur neuen Verschraubungsreihe gehören auch Mehrfachverschraubungen der Ausführungen M20 bis M40, sowie eine Sonderdichtung für den Einsatz von Asi-BUS-Kabel in der Ausführung M20.

Es können, abhängig von der Ausführung, bis zu 7 Kabel mit einem Durchmesser von 5 bis 7 mm bzw. 8 Kabel mit einem Durchmesser von 5 bis 6 mm geklemmt werden.

Mit Erfüllung der Anforderungen an IP 66 und IP 68 ist eine hohe Dichtheit gewährleistet. Die Verschraubungsreihe entspricht den Anforderungen der ATEX Richtlinie 94/9/EG. Aufgrund des großen Umgebungstemperaturbereichs von -40°C bis -75°C sind diese Verschraubungen für alle in der Praxis vorkommende Einsatzfälle geeignet.

*„Die neuen Kabelverschraubungen sind für alle Einsatzfälle geeignet“*

Ein weiterer Vorteil dieser neuen Reihe ist die baugleiche Ausführung zu den Verschraubungen der Reihe 8161. Dies bedeutet, dass nur noch ein Montagewerkzeug für die Messing- und Kunststoffverschraubungen notwendig ist. Des weiteren gibt es keine Einschränkung der Klemmbereiche zwischen Messing- und Kunststoff-Ausführung. Auch fast alle Dichteinsätze sind für die Messing- und Kunststoffverschraubungen einsetzbar. Für den Einsatz in Bereichen, in denen Maßnahmen zur Einhaltung der EMV Anforderungen eine Rolle spielen, sind die Messingverschraubungen der Reihe 8160 mit Erdungskonen erhältlich.

Bild 3: Messing-Kabelverschraubungen Reihe 8160 für den Einsatz in den Gefahrzonen 1, 2, 21 und 22

**Neue explosionsgeschützte Positions- und Sicherheitsschalter aus Metall nach EN 50041**

Die Positions- und Sicherheitsschalter der Reihe 8074 sind für den Einsatz in den gasexplosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 1 und 2, sowie in staubexplosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 21 und 22 einsetzbar. Mit der EG-Baumusterprüfbescheinigung BVS 05 ATEX E 007 sind sie nach der neuesten europäischen ATEX-Richtlinie 94/99 EG zugelassen. Die Explosionsschutzkennzeichnung lautet für den gasgefährdeten Bereich Ex II 2 G EEx de IIC T6, für den staubgefährdeten Bereich Ex II 2 D IP65 T80°C und dokumentiert die Eignung für härteste Umgebungsbedingungen.

Die Reihe 8074 wird mit einem Schleichschaltglied in den Ausführungen Öffner/Schließer oder als Öffner/Öffner angeboten. Die Öffner sind zwangsöffnend ausgeführt.

Neben der Ausführung mit Stößel sind eine Vielzahl von Betätigungsvorsätzen (z.B. Schwenk-, Rollen-, Stangenhebel) möglich. Die Antriebsform entspricht dabei der EN 50041 und realisiert beispielsweise Lösungen bei Positionier- und Sicherheitsaufgaben im Aufzugsbau, in der Fördertechnik und in der Maschinensicherheit.

**Neue Befehlstaster für das sichere Schalten besonders kleiner Ströme**

Die Anforderungen an die Sicherheitstechnik der heutigen Maschinen und Anlagen werden immer komplexer. Häufig werden konventionelle Befehlstaster auch an SPS und andere Automatisierungseinheiten angeschlossen und sollen auch von diesen überwacht werden. Hierfür werden multifunktionale Bedienelemente benötigt, welche in der Lage sind, sehr kleine Ströme sicher zu schalten. Darüber hinaus kommen vermehrt Anforderungen zum Einsatz in Sicherheitssystemen, gestellt gemäß IEC 61508 »Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic – safety related systems«. Parallel dazu ergibt sich die Anforderung, eine Über- ➔

wachung auf Drahtbruch und Kurzschluss mit zu integrieren. R.STAHL hat mit den neuen explosionsgeschützten Kontaktelementen Reihe 8208 diesen Anforderungen Rechnung getragen. Die neuen Elemente besitzen zwei Kontakte mit Goldbeschichtung zum sicheren Schalten von 10 V DC, 2 mA. Des weiteren eignen sich diese Kontaktelemente zum direkten Anschluss an NAMUR-Eingänge (EN 60947-5-6), da die Widerstandsbeschaltung zur Drahtbruch- und Kurzschlussüberwachung direkt mit in die Elemente integriert wurde. Eine fehleranfällige äußere Verdrahtung entfällt somit. Darüber hinaus sind die Kontaktelemente für sicherheitsgerichtete Anwendungen mit der Anforderung SIL 2 bzw. SIL 3 nach IEC/EN 61508 einsetzbar.

Selbstverständlich kann man die Kontaktelemente mit allen langjährig bewährten Betätigungsvorsätzen und Gehäusen kombinieren. Damit bietet R.STAHL eine weitere Lösung zum Aufbau von sicherheitsgerichteten Stromkreisen und damit zur Anlagensicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen an.

Bild 4: Positions- und Sicherheitsschalter Reihe 8074

Bild 5: Neues Kontaktelement Reihe 8208 zum Schalten besonders kleiner Ströme

# Druckschriften +49 7942 943-40 4146

Einfach kopieren, ausfüllen und per Fax oder Post an uns schicken

Firma

Name

Abteilung

Adresse

Telefon Fax

☐ Ich möchte gerne persönlich beraten werden

☐ Ich möchte gerne in den Verteiler der Ex-Zeitschrift aufgenommen werden (erscheint 1x jährlich in Deutsch und Englisch)

☐ Ich möchte gerne Informationen zu folgenden Produkten und Themen erhalten

☐ **Beleuchten**
Unsere Kompetenz im Ex-Schutz

☐ **SolConeX**
Steckvorrichtungen

☐ **Kernprogramm**
Ex-geschützte elektr. Betriebsmittel, eigensichere Komponenten und Systeme für die MSR-Technik

☐ **Explosionsschutz von R. STAHL**
Unternehmensbroschüre der R. STAHL Schaltgeräte GmbH

☐ **Ex-Plakat**

☐ **Ex-Stehsammler**
Ihr praktischer Sammler für unsere Zeitschriften

☐ **Explosionsschutz Grundlagen**
Einführung in den Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel und Anlagen

☐ **Pflichten und Aufgaben**
Für Betreiber von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

☐ **Staub-Explosionsschutz Grundlagen**
Einführung in den Explosionschutz elektrischer Betriebsmittel und Anlagen

☐ **Fieldbus Solutions für den Ex-Bereich**
Die neue R. STAHL Broschüre über ISbus Feldbus, IS1 Remote I/O und Feldbussysteme

☐ **Geschäftsbericht**
der R. STAHL AG

☐ **Gesamtkatalog auf CD-ROM**
Explosionsschutz von R. STAHL

R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Abteilung Marketing, Am Bahnhof 30, 74638 Waldenburg
Tel. +49 7942 943 4146, Fax +49 7942 943 40 4146, info.ex@stahl.de

**www.stahl.de**

STAHL

# Ex-Seminarkalender 2005/2006

Themen, Termine und Veranstalter

## 2005

| Termin* | Seminarnummer | Ort | Thema | Veranstalter |
|---|---|---|---|---|
| 26./27.04.2005 | 102-01-1 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel | R. STAHL |
| 28.04.2005 | 103-01-1 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel in Anlagen mit brennbarem Staub | R. STAHL |
| 30.05.2005 | 103-01-2 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel in Anlagen mit brennbarem Staub | R. STAHL |
| 01./02.06.2005 | 104-01-1 | Waldenburg | Der Explosionsschutz – Anforderungen aus der Betriebssicherheitsverordnung | R. STAHL |
| 28./29.06.2005 | 102-01-2 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel | R. STAHL |
| 30.06.2005 | 105-01-1 | Waldenburg | Explosionsschutz durch Eigensicherheit | R. STAHL |
| 12.13.07.2005 | 106-01-1 | Waldenburg | Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen nach DIN VDE 0165 | R. STAHL |
| 27.09.2005 | | Bochum | Vermeidung von wirksamen Zündquellen | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 27./28.09.2005 | 102-01-3 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel | R. STAHL |
| 29.09.2005 | | Bochum | Inverkehrbringen nicht-elektrischer Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 10.10.2005 | 110-01-1 | Waldenburg | | R. STAHL |
| 11.10.2005 | 110-04-9 | Lindau | | R. STAHL |
| 13.10.2005 | 110-04-10 | Kaiserslautern | | R. STAHL |
| 14.10.2005 | 110-04-11 | Stuttgart | | R. STAHL |
| 18./19.10.2005 | 104-01-2 | Waldenburg | Der Explosionsschutz – Anforderungen aus der Betriebssicherheitsverordnung | R. STAHL |
| 18./19.10.2005 | | Stuttgart | Allgemeiner Explosionsschutz | VDI Wissensforum IWB GmbH |
| 18./19.10.2005 | | Lünen/Dortmund | Grundlagen des betrieblichen Explosionsschutzes | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 20.10.2005 | 103-01-3 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel in Anlagen mit brennbarem Staub | R. STAHL |
| 25./26.10.2005 | 102-01-4 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel | R. STAHL |
| 27.10.2005 | 105-01-2 | Waldenburg | Explosionsschutz durch Eigensicherheit | R. STAHL |
| 08.11.2005 | | | Eigensicherheit – EN 50020/EN60079-11 | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 08./09.11.2005 | | Ostfildern | Explosionsschutz elektrischer Anlagen | TA Esslingen |
| 09.11.2005 | | | Anforderungen für Betriebsmittel in den Zündschutzarten >d<, >e<, >p< und >m< unter Einbeziehung internationaler Normungstendenzen | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 09./10.11.2005 | 106-01-2 | Waldenburg | Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen nach DIN VDE 0165 | R. STAHL |
| 10.11.2005 | | | EMV in/an explosionsgeschützten Betriebsmitteln/Systemen | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 15.11.2005 | | Bochum | Explosionsschutzkonzepte für Biogasanlagen | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 15./16.11.2005 | | Wuppertal | Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten elektrischen Anlagen | TAW Wuppertal |
| 17.11.2005 | 103-01-4 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel in Anlagen mit brennbarem Staub | R. STAHL |
| 22.11.2005 | | Bochum | Explosionsschutz für Grubengasgewinnungs- und Nutzungsanlagen | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 22./23.11.2005 | 102-01-5 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel | R. STAHL |
| 24.11.2005 | 105-01-3 | Waldenburg | Explosionsschutz durch Eigensicherheit | R. STAHL |
| 29./30.11.2005 | | Altdorf | Eigensicherheit in elektrischen Anlagen | TAW Wuppertal |
| 06./07.12.2005 | 104-01-3 | Waldenburg | Der Explosionsschutz – Anforderungen aus der Betriebssicherheitsverordnung | R. STAHL |

## 2006

| Termin* | Seminarnummer | Ort | Thema | Veranstalter |
|---|---|---|---|---|
| 07./08.02.2006 | 102-61-1 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel | R. STAHL |
| 16.02.2006 | 103-61-1 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel in Anlagen mit brennbarem Staub | R. STAHL |
| 21./22.02.2006 | | Heilbronn | Planen, Errichten und Betreiben von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten | Technische Akademie Heilbronn |
| 06.03.2006 | 110-64-1 | Osnabrück | Roadshow R. STAHL, Gebiet Nord | |
| 07.03.2006 | | | Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel für Europa | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 07.03.2006 | 110-64-2 | Hamburg | Roadshow R. STAHL Gebiet Nord | |
| 08.03.2006 | | | Staubexplosionsschutz elektrischer Betriebsmittel | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 08.03.2006 | 110-64-3 | Hannover | Roadshow R. STAHL, Gebiet Nord | |
| 09.03.2006 | | | Elektrische Betriebsmittel der Kategorie 3G (Zone 2) und Kategorie 3D (Zone 22) | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 09.03.2006 | 110-64-4 | Berlin | Roadshow R. STAHL, Gebiet Nord | |
| 10.03.2006 | 110-64-5 | Leipzig | Roadshow R. STAHL, Gebiet Nord | |
| 14.03.2006 | 110-64-6 | Köln | Roadshow R. STAHL, Gebiet West | |
| 15.03.2006 | 110-64-7 | Dortmund | | |
| 16.03.2006 | 110-64-8 | Frankfurt | | |
| 04.04.2006 | | | Prüfung und Zertifizierung nach dem IECEx-Scheme | EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH |
| 04./05.04.2006 | 104-61-1 | Waldenburg | Der Explosionsschutz – Anforderungen aus der Betriebssicherheitsverordnung | R. STAHL |
| 06.04.2006 | 103-61-2 | Waldenburg | Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel in Anlagen mit brennbarem Staub | R. STAHL |
| 11.04.2006 | 105-61-1 | Waldenburg | Explosionsschutz durch Eigensicherheit | R. STAHL |
| 30./31.05.2006 | 102-61-2 | Waldenburg | Explosionschutz elektrischer Betriebsmittel | R. STAHL |
| 28./29.06.2006 | 106-61-1 | Waldenburg | Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen nach DIN VDE 0165 | R. STAHL |

*weitere Termine auf Anfrage an den Veranstalter

## Anschriften der Veranstalter

**VDI-Wissensforum GmbH**
Graf-Recke-Straße 84
40239 Düsseldorf
Telefon +49 211 621-4201
Fax +49 211 621-4154
www.vdi-wissensforum.de; wissensforum@vdi.de

**R. STAHL Schaltgeräte GmbH**
Am Bahnhof 30
74638 Waldenburg
Telefon +49 7942 943 40 4300
Fax +49 7942 943 40 4300
www.stahl.de; seminare@stahl.de

**Technische Akademie Wuppertal**
Hubertusallee 18
42117 Wuppertal
Telefon +49 02 02 7 49 50
Fax +49 02 02 7 49 52 16
www.taw.de

**EXAM BBG Prüf- und Zertifizier GmbH**
Carl-Beyling-Haus
Dinnendahlstraße 9
44809 Bochum
Telefon +49 201 172 39 38
Fax +49 201 172 39 24
www.bg-exam.de

**Technische Akademie Heilbronn e. V.**
Max-Planck-Straße 39
74081 Heilbronn
Telefon +49 71 31 50 42 66
Fax +49 71 31 5 24 70

**Technische Akademie Esslingen**
In den Anlagen 5
73760 Ostfildern
Telefon +49 07 11 3 40 08 23
Fax +49 07 11 3 40 08 43

R. STAHL Schaltgeräte GmbH
Am Bahnhof 30, 74638 Waldenburg
Telefon +49 7942 943-0
Telefax +49 7942 943-4333

**www.stahl.de**

ID-Nr. 00 006 98 77 0
S-ExZeitschrift 37/2005-00-de-04/2005 · Gedruckt in der Bundesrepublik Deutschland